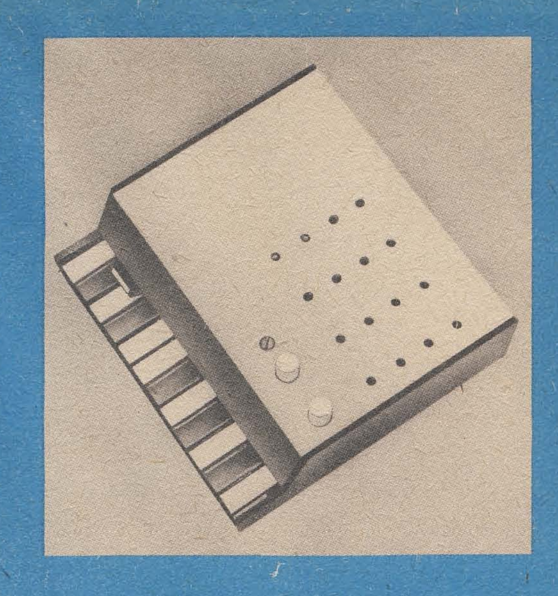


Bauplan Nr. 45
Preis 1,– Mark

Klaus Schlenzig

Spiele mit Schall



Ätzfeste Folien
»typofix electronic special«
im Handel erhältlich

Elektronik im Wohnbereich III

Originalbauplan Nr. 45

1. Einleitung

Die im Bauplan Nr. 38 behandelten Objekte erfreuen sich noch immer großen Interesses. Das beweisen zahlreiche Anfragen, die mit dieser Neuauflage befriedigt werden sollen. Baupläne sind allerdings im Material stark »zeitbezogen«. So sind z. B. die Gehäuseteile des Systems »Amateur-Elektronik« nicht mehr erhältlich. Auch die als Alternative benutzten Polystyrol-Wandfliesen werden nicht mehr angeboten. Auf anderes erhältliches Plattenmaterial wurde aber im Text bereits hingewiesen. Die neuen aufreihbaren Schubkästen aus Polystyrol (Preis 3,80 M) sind als Fertiggehäuse eine vorteilhafte Alternative. Auf Grund des Herstellungsverfahrens der Baupläne bedingte das erwünschte kurzfristige Erscheinen dieser Neuauflage die Zusammenfassung aller nötigen Hinweise auf dieser ersten Seite. Außerdem war es möglich, einige Fotos auszuwechseln und an bisherigen Leerstellen Neuzeichnungen unterzubringen. Somit hat sich der Gebrauchswert des Bauplans sogar noch erhöht. Selbstverständlich wird auch das zugehörige »typofix«-Blatt für die Leiterbilder wieder in den bekannten Verkaufsstellen angeboten.
Änderungen gegenüber dem Text sind an folgenden Stellen zu beachten:
Seite 2, 4. Zeile von unten: Dieses Format nimmt eine Zwischenstellung ein, zumal die Batteriebehälter nicht mehr gefertigt werden. Besser bewährt hat sich Format 40 mm × 50 mm.
Seite 4, 1. Zeile: Später wurden Flip-Flop nicht mehr zu den SSI-Schaltkreisen gerechnet.
Seite 4 unten: Im Bauplan Nr. 38 unterlief in der Bilddarstellung eine Verwechslung, so daß gerade die falsche Seite des Multivibrators stillgelegt wurde, sowohl im Stromlaufplan (Bild 10) wie im Bestückungsplan (Bild 13b). Wer diese an sich nicht zum Hauptobjekt gebrauchte Variante bauen möchte, beachte folgende Änderungen: 10 kΩ in die mit xy bezeichneten Stellen setzen und Lötösen xy statt des 10 kΩ einfügen. Dadurch mußte diese Seite nicht erneuert werden.
Seite 7, 1. Abschnitt (und weitere Textstellen): Der Bezug auf D 20-Schaltkreise ergab sich aus der Handelssituation. Inzwischen sind auch D- bzw. P 10-Schaltkreise preisgünstig erhältlich (P 100 für P 200, P 110 für P 210).
Seite 7, 5. und 6. Zeile von unten: Zweiter Taktgenerator ist unnötig, da die Potentiometer ja statt des einen Stellwiderstands in den vorhandenen eingreifen können! Aus Bild 23 geht das klar hervor.
Seite 9: Einen 15-Ton-Generator einschließlich Leiterplatte beschrieb der Autor inzwischen im »FUNKAMATEUR«, allerdings mit einem im Inlandsangebot nur selten erhältlichen 74154.
Seite 10 unten: Eine Variante mit getrenntem Klingeltransformator und einem Gehäuse aus beliebigem Plattenmaterial wird im vorliegenden Bauplan durch neue Fotos belegt.
Seite 12 oben: Das Institut für Mikroelektronik heißt jetzt ZFT Mikroelektronik. D 20-Schaltkreise werden von dort auch kaum noch ausgeliefert. P-Schaltkreise der D 10-Reihe kommen inzwischen vom HFO, vgl. Hinweis zu Seite 7.
Seite 12, unter 8.: »Vorgänger« bezieht sich selbstverständlich auf die Zählweise bei Bauplan Nr. 38.
Zu 9.: Einzelne Folien werden in Wermsdorf nur noch per Postanweisung bestellt; Blatt-Nr. bzw. Bezeichnung und Stückzahl auf schmalem Abschnitt vermerken, Portobetrag nicht vergessen!
Bild 24: Basiswiderstand am SF 126 150 Ω (wurde nicht bezeichnet) 1000 μF besser 2200 μF.
Eine einfache Schaltung für Kopplung mit der vorhandenen Klingelanlage wurde nachgetragen. Dadurch ist keine neue Taste nötig. Die Klingel selbst kann an- oder abgeschaltet sein, denn es wird nur die ankommende Wechselspannung für jeweils kurzes Anziehen des Relais genutzt (1 Melodiedurchlauf). Etwa 5 s nach Loslassen des Klingelknopfes kann neu ausgelöst werden.
Eine Endstufe, die bei besserem Wirkungsgrad eine höhere Ausgangsleistung als der einzelne KF 517 liefert, wurde einschließlich Leiterplatte ebenfalls nachgetragen. Sie kann relativ flach über Steigdrähte auf der Hauptplatte montiert werden (s. Foto). Sie ist aber nur sinnvoll, wenn ein niederohmiger Lautsprecher benutzt wird und nicht, wie für kleinere Wohnungen völlig ausreichend, eine 54-Ω-Telefonhörkapsel aus einem ausrangierten Telefon, was sich gut bewährt hat. Für Lautsprecherbetrieb mit größerer Sprechleistung kann natürlich auch eine IS-Endstufe, etwa nach Bauplan Nr. 42, eingebaut werden.

2. TTL-Generator mit variabler Frequenz

Unter den zahlreichen Möglichkeiten, einen Generator aus Gattern zusammenzusetzen (vergleiche Bauplan Nr. 29 und Bauplan Nr. 37), ist für die Objekte dieses Bauplans besonders der in Bild 1 dargestellte Typ interessant. Er kann, je nach Forderungen an Ausgangsbelastbarkeit und Kurvenform, aus 2 oder 3 Gattern bestehen. Zur Erinnerung: ein Gatter mit dem in Bild 1 verwendeten neuen Symbol ist eine Schaltung, die am Ausgang 2 Zustände annehmen kann, je nachdem, welches Potential an seinen Eingängen liegt. In der TTL-Reihe (Transistor-Transistor-Logik) dominieren NAND-Glieder. Sie haben 2 bis 8 Eingänge und einen Ausgang, an den wiederum bis zu 10 (bei Leistungsgattern bis zu 30) Eingänge angeschlossen werden können. Nur wenn alle Eingänge auf H (wie »hoch«, 2,4 V bis 5,25 V) liegen, ist am Ausgang das negierte (NAND = »nicht und«) Potential von H, also L (low, tief, unter 0,4 V), vorhanden. Bereits ein einziger Eingang mit L läßt den Ausgang auf H wechseln. Schaltet man 2 Gatter hintereinander, kann nun mit einem zwischen Eingang des ersten und Ausgang des zweiten Gatters geschalteten Kondensator zusammen mit einem Widerstand vom Ausgang des ersten oder eines dritten Gatters her eine Schwingung erzeugt werden. Sie entsteht durch ständiges Umladen des Kondensators so, daß jeweils immer für eine gewisse Zeit die L- oder die H-Bedingung am jeweiligen Gattereingang bzw. -ausgang besteht. Die Zeitdauer der beiden Zustände, die zusammen eine Schwingungsperiode darstellen, hängt von R und C ab. Das wurde in Bild 2 skizziert.
Bei der Aufgabe, eine melodieartige Tonfolge mit einem solchen Generator automatisch zu erzeugen, stört besonders der Umstand, daß beide Bauelemente beidseitig an einem von Masse verschiedenen Potential liegen. Mit der bereits im Bauplan Nr. 37 vorgeschlagenen Variante nach Bild 3 (Einfügen eines Widerstandes in den C-Zweig) läßt sich dieses Problem lösen. Jetzt erzielt man mit Widerständen unterschiedlicher Größe einen Tonumfang bis zu 2 Oktaven. Infolge der Kurvenform sollte allerdings besser von »Klängen« statt von »Tönen« gesprochen werden: Ein Klang besteht stets aus mehreren Schwingungen unterschiedlicher Frequenz. Eine Rechteckschwingung z. B. läßt sich nach Fourier in eine Reihe von Schwingungen zerlegen, die alle in der Frequenz ganzzahlige Vielfache der Grundschwingung sind, deren Amplituden jedoch mit wachsender Frequenz abnehmen. Man kann also aus einem Tongemisch jede beliebige Klangcharakteristik erzielen. Interessierte finden darüber mehr in Heft 132 bis Heft 135 der Reihe »electronica«.
Doch zurück zum Generator des Bauplans. Leider ist seine Frequenz bezüglich Spannungs- und Temperaturänderungen nicht gerade ideal stabil. Im Interesse der Schaltkreise wird jedoch ohnehin eine Spannungsstabilisierungsschaltung nötig sein (vergleiche Bauplan Nr. 37). Bezüglich Temperaturgang sollte man daran denken, daß die vorgesehenen Anwendungen vorwiegend für den Zimmertemperaturbereich gedacht sind. Bei diesen Betrachtungen ist der »gute alte« quergekoppelte Multivibrator mit Transistoren weit besser geeignet, vor allem bezüglich Spannungsabhängigkeit, wenn seine Schaltung entsprechend dimensioniert ist. (Andernfalls kann gerade das Gegenteil eintreten; er wird dann ebenfalls zum »VFO«, zum in der Frequenz spannungsgesteuerten Oszillator!) Es bietet sich daher an, beide Varianten zu nutzen. Preiswert ist jede von ihnen; entweder man verwendet billige Gatter der P20-Reihe aus dem Institut für Mikroelektronik Dresden oder die sowjetischen Kleinleistungs-Germanium-Transistoren aus dem Wermsdorfer Bastelbeutelangebot. Der schaltkreisbestückte Multivibrator nach Bild 3 hat eine für Amateure recht günstige Eigenschaft: Durch entsprechende Wahl des Kondensators läßt sich seine Schwingung bis in den Sekundenbereich hinein »verlangsamen«.
Das bedeutet aber, daß u. U. die gleiche Anordnung (Leiterplatte) innerhalb einer Aufgabe gleich 2fach genutzt werden kann, nur mit unterschiedlich großen Kondensatoren. Für alle, die in dieser Weise mit der Grundschaltung experimentieren und sie für beliebige Zwecke einsetzen wollen, gibt Bild 4 daher Leiterbild und Bestückungsplan eines entsprechenden »Moduls« wieder. Mit den Abmessungen 35 mm × 50 mm wird ein neues Format in die Bauplanreihe eingeführt, das der Autor bereits für andere Zwecke mehrfach als günstig empfand. Es paßt in der Grundfläche zum handelsüblichen Batteriebehälter für RZP-2-Akkumulatoren und außerdem in Gehäuse aus den bei Manuskriptabschluß noch erhältlichen Gehäuseteilen des Systems »Amateurelektronik«.

3. Schieberegister der »P«-Serie

Im Bauplan Nr. 37 wurde bereits – ebenso wie schon in einem Beispiel des Bauplans Nr. 36 – auf die vielseitigen Einsatzmöglichkeiten der »mittelintegrierten« Amateurschaltkreis-Schieberegister vom Typ P 191 C und P 195 C hingewiesen. Zur Erinnerung: P 191 C ist ein 8-Bit-Schieberegister, das 2 Steuereingänge, einen Takteingang und 2 zueinander inverse Ausgänge hat. Durch Rückkoppeln des Ausgangs $\bar{Q}$ auf den Eingang A (und B, oder B auf H, für bestimmte Zwecke dann zusätzlich steuerbar) entsteht z. B. ein Frequenzteiler für die dem Takteingang zugeführte Frequenz im Verhältnis 16 : 1. Denn: Laut Funktionstabelle des P 191 C erscheint nach 8 Taktimpulsen ein an den Eingang (die Eingänge) gelegtes L-Signal am Ausgang Q. $\bar{Q}$ geht in diesem Augenblick entsprechend von L auf H. Dieses H ist somit neues Signal für A (bzw. A und B), und nach 8 weiteren Taktimpulsen stellt sich wieder der Ausgangszustand ein; am Ausgang entsteht also nach 16 Perioden der Taktfrequenz eine Periode der neuen Frequenz. Bild 5 zeigt den prinzipiellen Zusammenhang. Diese Möglichkeit läßt sich für den vorliegenden Bauplan wahlweise mit nutzen; im Melodiegenerator wird allerdings der P 195 C verwendet.
Beim P 191 C ist im übrigen noch zu beachten, daß die positive Taktflanke das »Weiterschieben« der Information um jeweils eines der eingebauten 8 Flip-Flop bewirkt. Diese Information muß dabei stets einige Nanosekunden früher anliegen als der Takt. Außerdem muß man – wie auch beim P 195 C – mit möglichst »steilen« Impulsen ansteuern (etwa 200 ns Anstiegszeit).
Diese Bedingung wird im allgemeinen von den ansteuernden Gattern in entsprechender Verknüpfung eingehalten. Schließlich muß beim P 191 C noch auf die undefinierte Stellung der Flip-Flop im Einschaltaugenblick hingewiesen werden. Es ist daher nötig, das Register zunächst »auszuräumen«. Die in Abschnitt 8. zusammengestellte Literatur enthält dazu weitere Hinweise.
Der P 195 C ist zwar nur ein 4-Bit-Schieberegister, er läßt sich jedoch durch einige zusätzliche Ein- und Ausgänge vielseitiger nutzen als der P 191 C. Neben dem Eingang ES für serielle Eingabe (Ablauf wie beim P 191 C, nur, daß jetzt die Eingangsinformation mit der negativen Taktflanke des an den Eingang T1 zu legenden Taktes weitergeschoben wird) hat er noch einen Steuereingang MC, mit dem sich die Schieberichtung umkehren läßt; MC an L heißt Rechtsschieben, MC an H Linksschieben. Beim Linksschieben sind die Ausgänge der 4 einzelnen Flip-Flop mit den Eingängen der jeweils vorhergehenden zu verbinden (QD mit C, QC mit B, QB mit A). H-Pegel an MC erlaubt aber ohne die soeben beschriebene Verknüpfung auch eine parallele Dateneingabe über die Eingänge A bis D, wobei diese Informationen wieder bereits vor dem dann an den Takteingang 2 zu legenden Taktimpuls vorhanden sein müssen.
Dieser Schaltkreis hat den Vorteil, daß MC auf L den Eingang T2 verriegelt (ebenso die Eingänge für die Paralleleingabe); MC auf H dagegen verriegelt den seriellen Eingang ES und den Takteingang T1. Damit läßt sich die Vielseitigkeit dieses Schaltkreises mit relativ einfacher Schaltungstechnik ausschöpfen. Bild 6 faßt die genannten Betriebsfälle des P 195 C zum besseren Verständnis zusammen. Dem fortgeschrittenen Leser gibt das die Möglichkeit, das vorgestellte Einsatzbeispiel bei Bedarf zu vervollkommnen oder weitere Anwendungen daraus abzuleiten. Für die Anfänger bzw. für die »Gelegenheitsbastler« unter den Bauplanlesern wurde dagegen versucht, in der bewährten »Rezept«-Art nur das für die Beispiele zu verarbeiten und zu erläutern, was für deren volle Funktionstüchtigkeit von Bedeutung ist.

4. Frequenzteiler mit SSI-Schaltkreisen

Der Frequenzumfang vom 1. Ton einer Oktave bis zum 1. Ton der nächsten entspricht genau dem Verhältnis 2 : 1. Der nächste Oktavanfang hat also stets die doppelte Frequenz des vorhergegangenen. Umgekehrt: Geht man von der höchsten gewünschten Frequenz aus, so genügt ein Frequenzteiler 2 : 1, um die gesamte Tonleiter eines Tongenerators für Musikzwecke um eine Oktave abzusenken, ohne daß am Steuerteil des Tongenerators etwas geändert werden müßte. Bild 7 zeigt in Übersichtsdarstellung das nach diesem Gesichtspunkt gestaltete Beispiel einer einfachen »mini-orgel« für 2 Oktaven.
Für die Teilung von Frequenzen im Verhältnis 2 : 1, 3 : 1, 4 : 1 usw. stehen zahlreiche Schaltungen zur Verfügung. Sie wurden im Bauplan 37 mit aus dem Bastlerangebot stammenden D-Flip-Flop P 174 C zusammengestellt und für Experimente oder zeitsparende Konstruktionen als Module mit Leiterbild

wiedergegeben. Diese Flip-Flop sind SSI-Schaltkreise, also von kleinem Integrationsgrad, ebenso wie die Gatter der P 20- oder D 10-Reihe.
Ähnliche Teiler sind mit dem P 172 C möglich, der jedoch nur 1 Flip-Flop je Gehäuse enthält, während es beim P 174 C 2 Flip-Flop sind, was erheblich Platz spart, wenn es nötig ist. Wird – wie im Beispiel – nur ein einziger 2 : 1-Teiler gebraucht, so reicht ein P 172 C aus. Das ist außerdem billiger. Extrem niedrig im Preis wird der 2 : 1-Teiler mit einem 2fach-NAND, z. B. P 220 C (Bild 8). Jetzt werden aber 4 externe Bauelemente benötigt. Man mag nach Beschaffungs- und Raumsituation (bezüglich Leiterplatte) bei Bedarf selbst entscheiden, was für die eigenen Zwecke sinnvoller ist.

5. Eine einfache »mini-orgel«

5.1. Abgrenzung

Dieser Bauplan bietet keine hochwertigen Geräte für elektronische Musik an. Solche notwendigerweise umfangreichen Objekte werden von Spezialisten dieses Gebietes umfassend behandelt. Der Weg zu einem solchen Instrument ist lang. Er erfordert viel Erfahrung, einiges an Meßgeräten und – baut man alles selbst – eine gut eingerichtete Werkstatt. Die 4 electronica-Broschüren (Heft 132 bis Heft 135) von G. Engel wurden für diesen Interessentenkreis geschrieben, zu dem vielleicht auch der eine oder andere Bauplanleser stoßen wird. Denn eines hat sich gezeigt: Der Reiz, die Tasten des selbstgebauten und wenn auch anfangs noch so primitiven Instruments zu drücken und, je nach musikalischer Begabung, mehr oder weniger vollkommen Melodien spielen zu können, ist unumstritten. Besonders Kinder mögen eine solche Spielerei sehr. Die »mini-orgel«, so bewußt begrenzt im Umfang sie gehalten wurde, kann daher einen 3fachen Effekt haben: Interesse an dieser Technik zu wecken, sich wegen des zunächst relativ kleinen Umfangs praktisch an sie zu wagen und schließlich noch anderen damit Freude zu bereiten.
Sie wurde deshalb mit jedem Bastler zugänglichen Teilen realisiert. Um gestalterisch variieren zu können (Erweiterung um einige Töne nach »oben« und »unten«, weitere Teiler, ein größerer Verstärker u. ä.), muß man größere Gehäuseplatten benutzen. Das ist jedoch im übrigen leicht möglich und für Fortgeschrittene aus dem Grundgerät mühelos abzuleiten. Den unterschiedlichen schaltungstechnischen Neigungen der Leser (Transistor contra IS) kommen die beiden elektrischen Varianten des Generatorteils entgegen.

5.2. »mini-orgel« mit 3 Transistoren

Diese Variante stellte der Autor bereits im »technikus« vor, allerdings ohne die den Nachbau erleichternden mechanischen Einzelheiten bezüglich Gehäuse und Leiterplatte. Sie werden nun – bauplangemäß – mit »nachgereicht«.
Schaltung
Ein symmetrischer Multivibrator mit billigen Transistoren, z. B. aus einem der laufend angebotenen Bastelbeutel aus dem Elektronik-Versand Wermsdorf, entsteht schnell und mit wenig Aufwand (Bild 9). Die Schwingungen sehen etwa so aus wie die des TTL-Generators, bilden also einen »Klang«, denn in ihnen sind zahlreiche Ganzzahlige der Grundschwingung enthalten. Bekanntlich kippt bei einem solchen Multivibrator jeweils periodisch einer der beiden Transistoren in den leitenden Zustand und sperrt dabei den anderen, bis der Kondensator C über R wieder auf die Schwellspannung des gesperrten Transistors aufgeladen ist. Dann kippt er in den anderen Zustand. Die Zeit zwischen 2 Kippvorgängen hängt vom Produkt aus C und R ab. Legt man die Werte so, daß hörbare Schwingungen entstehen, so lassen sich diese schon mit dem ganz einfachen Zusatz nach Bild 10 in einem Lautsprecher hörbar machen. Diese Schaltungsart spart Übertrager oder eine aufwendige Gegentakt-Endstufe, liefert allerdings auch nicht allzuviel Ausgangsleistung. Bei 4 V beträgt die Ruhestromaufnahme der Schaltung nur etwa 3 mA. Wenn gespielt wird (erst dann schwingt der Multivibrator!), steigt sie bis zu etwa 30 mA, je nach Vorwiderstand und damit erzielbarer Lautstärke. Diese stellt man bei der dargestellten 1-Oktaven-

Variante allerdings besser am eingezeichneten Potentiometer ein – im Muster eine moderne Flachbahnausführung. Es ist so geschaltet, daß die Lautstärke nicht ganz zu Null wird. Der Ruhestrom bleibt deshalb so klein, weil an der Seite des Multivibrators angekoppelt wird, die erst beim Spielen Basisstrom für die Endstufe liefert. Der Vorwiderstand vor dem Potentiometer ist notwendig, damit die Tonverschiebungen infolge unterschiedlicher Belastung des Generators klein genug bleiben. Für die 12 Töne einer Oktave (einschließlich der Halbtöne) braucht man 12 Stellpotentiometer – vergleiche Stromlaufplan nach Bild 11. Mit nur etwa 0,50 M im Durchschnitt ist die Größe 05 die billigere; die etwas teurere Größe 1 läßt sich aber besser einstellen. In das vorgestellte Muster paßt jedoch ohnehin nur die kleinere Ausführung, und das – je nach Maßtoleranzen – u. U. »hauteng«!

Betätigt man bei der Schaltung nach Bild 11a versehentlich gleichzeitig 2 Tasten, so entsteht ein neuer, meist sehr »unpassender« Ton. Eine etwas kompliziertere Gestaltung der unten beschriebenen Tastaturplatte umgeht diesen Nachteil. Die elektrische Auslegung wird daher ergänzend in Bild 11b wiedergegeben. Jetzt erklingt stets nur der höhere der beiden versehentlich »angeschlagenen« Töne. Diese Potentiometeranordnung verlangt – im Unterschied zu der beliebigen Reihenfolge bei der Ausführung nach Bild 11a – beim Abgleich eine bestimmte Reihenfolge, nämlich so, daß zuerst der höchste Ton (nur 1 Potentiometer im Stromkreis), dann der nächst niedrigere usw. abgeglichen wird.

Tastatur

Die Tasten, mit denen die Widerstände in den vorerst offenen Multivibratorzweig x–y eingeschaltet werden, müssen einfach und leicht zu bedienen und in ihrer Anordnung einer Klaviertastatur wenigstens ähnlich sein. Federmaterial steht in den Kontaktstreifen ausgetrockneter RZP-2-Taschenlampenakkumulatoren, aber auch aus Flachbatterien zur Verfügung. Tasten erhält man billig aus Plastwandfliesen aus Polystyrol (0,40 M je Stück), die es u. a. auch in den Farben Schwarz und Weiß in Heimwerkerläden gibt.

Bild 12 zeigt die Herstellung der Tasten. Wichtig sind die beiden kleinen Löcher im Blech. Man kann sie mit der »Hobby SM« bohren (Blechstreifen einspannen, sonst Verletzungsgefahr!) oder mit einem Tapetenstift (gehärtetes Material) einschlagen; Grat soll Richtung Taste zeigen. Durch diese Löcher zieht sich das erweichte Polystyrol von selbst nach oben, wenn die warme Lötkolbenspitze mit etwas Druck auf die Feder gesetzt wird. Das Anlöten auf der Leiterplatte soll wegen der wärmeempfindlichen Polystyroltaste schnell erfolgen. Daher sowohl Feder (vor dem Verbinden mit der Taste) als auch Kupferfolie vorher gut verzinnen! Bild 12e zeigt die Tastengestaltung, wenn man die übliche Klaviertastatur anstrebt. Diese Art ist sinnvoll, da sie den Übergang vom Spielzeug auf echte Tasteninstrumente erleichtert, macht aber etwas mehr Arbeit.

Die Leiterplatte nach Bild 13 wurde wieder als 35 × 50-Modul ausgeführt. Der Tastenteil wird getrennt hergestellt, denn er liegt im Gehäuse an einer anderen Stelle. Auf ihm befinden sich unten alle Potentiometer. Die Kupferfolie zeigt nach oben und bildet vorn eine geschlossene Fläche, den Punkt x der Schaltung. Auf der Leiterseite wurden gemäß Bild 12 die Tasten montiert. Die Tastenplatte entspricht der für 5.3. (siehe daher dort), allerdings ohne Dioden, die hier überflüssig sind und deren Anschlüsse daher überbrückt werden. Alle Potentiometer lassen sich zum »Stimmen« von oben durch Bohrungen mit dem Schraubendreher betätigen.

Gehäuse

Aus den bereits genannten Plastwandfliesen kann man auch das Gehäuse zusammensetzen. Dazu müssen die 12 Tasten (besser wäre bei größerem Platzangebot noch eine 13. Taste für das nächste c!) auf dieser Breite untergebracht werden. Für Kinderhände sind die kleinen Abstände noch vertretbar. Anspruchsvollere bevorzugen eine breitere Tastatur mit entsprechend größeren und nach Bild 12e gestalteten Tasten. (Es gibt auch größere Plastfliesen!) Für das Muster wurde gemäß Bild 14 eine flache Gehäuseform gewählt, die vorn pultförmig ausläuft.

Die Zuschnittgrößen (Bild 15) ergeben sich aus der Plattengröße: Grundfläche 120 mm × 120 mm, sowie aus der Höhe des Lautsprechers. Dieser – im Muster ein Typ mit 65 mm Korbdurchmesser und 33 mm Höhe – wird nach dem Bohren der Schallöffnungen mit Plastkleber unter die Deckplatte geklebt. Im Muster ist nur die Bodenplatte abzuklappen; die beiden Leiterplatten und die Tastatur lassen sich dann herausnehmen. In Bild 15 wurden nur die Hauptteile dargestellt. Die angegebenen Bilder können als Schablone verwendet werden. Deck- und Rückseitenplatte entstehen durch Zersägen einer 120 mm × 120 mm großen Plastwandfliese. Aus einer zweiten gewinnt man Seitenwände und Vorderteil mit Ausschnitt für das Schiebepotentiometer (falls es zweckmäßig erscheint). Das Potentiometer wird in

den Gewindelöchern mit M3-Schrauben befestigt. Eine dritte Platte 120 mm × 120 mm ist Bodenplatte. Sie läßt sich mit 1-mm-Stiften scharnierartig mit den Seitenteilen verbinden (Bohren in nur 2,5 mm dickem Material erfordert etwas Geschick, andernfalls Plättchen aufkleben und Stift dazwischen befestigen). Die Rückwand ist, herstellungstechnisch bedingt, nicht ganz 30 mm hoch, sie läßt unten einen etwa 5 mm breiten Spalt offen, so daß die Bodenplatte leicht abgeklappt werden kann. Die Bodenplatte erhält vorn noch einen an ihre Kante angeklebten Streifen von etwa 8 mm Höhe. Die Tastaturplatte hält gemäß Einzelheitdarstellung in Bild 15 beidseitig je ein mit Gewinde M3 versehenes Plaststück (z. B. auf Höhe 6 mm gekürzter Zahnstreifen von »Amateurelektronik«) mit einer thermisch eingedrückten Drahtklammer. Durch die Seitenwände hindurch schraubt man die Plaststücken mit Senkschrauben an. (Diese Befestigung ist im Muster noch nicht enthalten.) Der Tastenschalter wird oben ebenfalls mit einer Senkschraube befestigt, ebenso seine zweite Lasche, 90° nach unten gebogen, an der – von vorn gesehen – rechten Seitenwand.

Gleitschienen halten die Leiterplatten (Regelteil bei Schaltkreisvariante an Seitenwand, Generator neben dem ebenfalls angeklebten Lautsprecher unter der Deckplatte) im Gehäuse. Die vorderen Tastenschalteranschlüsse des unabhängig rastenden 2-Tasten-Schalters sind zu kürzen, damit sie nicht die Tastenplatte berühren. Die Bodenplatte läßt sich bei Bedarf vorn in den seitlichen Befestigungen der Tastenplatte mit 1-mm-Stiften arretieren. Die Stromversorgung aus 3 RZP-2-Akkumulatoren (Betriebszeit wenigstens 10 bis 15 Stunden) bringt man am besten in handelsüblichen und auch im SKUS-Elektronik-AG-Sortiment enthaltenen Batteriebehältern unter. Ihre »Kufen« werden entfernt, und man klebt sie entsprechend dem im Gehäuse noch vorhandenen Platz zusammen (Bild 16).

Erweiterungen

Hinten im Gehäuse läßt sich eine Lautsprecher-Schaltbuchse anbringen. Hier schließt man wahlweise einen Kopfhörer so an, daß die Schaltbuchse den Lautsprecher abschaltet. Man kann von dort aus aber auch mit (vorsichtshalber) Schirmkabel den Tonabnehmereingang eines Batterieempfängers anschließen. Dann ergibt sich eine »zimmerfüllende« Lautstärke.

Die Schaltung wurde für 1 Oktave ausgelegt. Mit dem bereits in die Konstruktion einbezogenen 2-Tasten-Schalter (die andere Taste schaltet die Batterie ein) läßt sich eine zweite Oktave anwählen (sie liegt unter der ersten!), indem z. B. ein gleich großer Zusatzkondensator parallel zu jedem der Koppelkondensatoren geschaltet wird. Das ist jedoch schon wegen der C-Toleranzen eine recht unvollkommene Methode, so daß man besser den in Abschnitt 4. beschriebenen Frequenzteiler einsetzt – vergleiche dazu Abschnitt 5.4.!

Bei dieser Schaltung ist im übrigen auch zu bedenken, daß sich infolge der nur einseitigen Veränderung der Schaltzeit innerhalb der Oktave das Tastverhältnis der Schwingungen ändert, was den Höreindruck beeinflußt. Mit entsprechenden Schaltungszusätzen, von 2f ausgehend, kann man über einen Flip-Flop wieder zu einem für jeden Ton symmetrischen Tastverhältnis gelangen, und ein weiteres Flip-Flop würde die zweite Oktave realisieren (1 × P 174 C könnte dafür genügen!), doch es sollte ja zunächst nur eine ganz einfache »mini-orgel« entstehen.

5.3. »mini-orgel« mit TTL-Generator nach Abschnitt 2.

Der Vorzug des Generators nach Abschnitt 2., gegen Masse in der Frequenz steuerbar zu sein, kommt in der vorliegenden Anwendung noch nicht zur Geltung, denn die Gegenelektrode könnte ja auch auf anderem Potential liegen. Wer jedoch diesen Generator wegen seiner Vielseitigkeit ohnehin aufbaut, kann ihn bei Bedarf auch in unserer mini-orgel benutzen. Das erfordert im Interesse einer guten Frequenzkonstanz jedoch die Stabilisierung der Betriebsspannung. Im Batteriebetrieb ist z. B. von 6 V (3 × RZP 2) auszugehen. Stabilisiert wird mit einer Schaltung nach Bild 17, die mit wenig Eingangsspannung auskommt. Man stellt sie so ein, daß die beiden Schaltkreise der Orgel gerade noch sicher arbeiten. Das bedeutet geringeren Betriebsstrom und damit größere Lebensdauer der Batterie. Im Gehäuse der Orgel wurde seitlich bereits Platz für diese Leiterplatte nach Bild 18 frei gehalten. Auf ihr ist sogar noch der Teiler 2 : 1 für die Generatorfrequenz untergebracht, der weiter unten (Bild 21) beschrieben ist. Versucht man nun, die bereits aus Abschnitt 5.2. bekannte Einheit »Tastatur mit (neu eingestellten) Potentiometern« einfach an den Generator nach Abschnitt 2. anzuschließen, so zeigt sich, daß das gar nicht geht. Der Generator läßt sich nämlich nur in der Frequenz verändern, schwingt aber auch ohne

Tastendruck bereits auf einer niedrigeren Frequenz. Außerdem kann man den Generator nicht einfach direkt mit einem Lautsprecher belasten. Für die gezeigte TTL-mini-orgel muß daher der Generator nach Abschnitt 2. um einen Leistungsgatterschaltkreis vom Typ P 240 C (bei Beschaffungsproblemen sinngemäß z. B. mit P 220 C und einer Transistorkombination) erweitert und im Sinne von Bild 19 verknüpft werden.
Die Tasten haben nun eine doppelte Funktion, die mit zusätzlichen billigen Plastdioden realisiert wird: P in Bild 19 verbindet man mit den Potentiometern, D mit den Dioden (neue Tasteneinheit siehe Bild 20!). Solange keine Taste gedrückt ist, bleibt der Lautsprecher außer Funktion; es fließt nur der Ruhestrom der Schaltkreise (im Muster 20 mA bei 4 V), und der Generator schwingt nicht. Da das Leistungsgatter 5 vom Tongeneratorgatter 1 angesteuert wird, fließt im Lautsprecher nur Strom, wenn der Ausgang von 5 auf L liegt, sein Eingang also H ist. Im Ruhezustand muß der Eingang von 5 also L-Pegel haben und Gatter 1 eingangsseitig H zeigen. Stellpotentiometer R ermöglicht diesen Zustand, denn es verbindet den Eingang von 1 mit dem Ausgang von Gatter 3. Dieses hat im Ruhezustand H, weil D auf H liegt.
Bei Tastendruck legt man das entsprechende Potentiometer an Masse, und über P wird am Generator der gewünschte Ton angewählt. Gleichzeitig schaltet D mit praktisch noch ausreichender Potentialerniedrigung (immerhin hat sie auch bei dem Gattereingangsstrom von maximal 2 mA noch etwa 0,6 V Durchlaßspannung) den Eingang von Gatter 4 auf L, so daß die Sperre für Gatter 3 aufgehoben wird. Der Ausgang von 1 wechselt nun periodisch im Takt des erzeugten Tons zwischen L und H und steuert damit auch Gatter 5 und so den Lautsprecher. Der vor diesem Lautsprecher vorgesehene Widerstand begrenzt den Ausgangsstrom von Gatter 5 und damit auch die Lautstärke. Man kann ihn durch die Kombination eines Schiebepotentiometers von 470 Ω und eines Schutzwiderstands von 15 Ω ersetzen. Das ergibt in gewissen Grenzen eine manchmal erwünschte Lautstärkeänderung. Die in Abschnitt 5.2. genannten möglichen Zusätze lassen sich selbstverständlich auch bei dieser Variante realisieren.

5.4. Frequenzteiler für 2. Oktave

Interessant ist noch der Einsatz eines P 172 C auf der Regelteilplatte nach Bild 18. Er hat mit der Funktion des Regelteils nichts zu tun, sondern gestattet über einen Tastenschalter gemäß Bild 21 die Umschaltung auf die nächsttiefere Oktave. Das erwies sich als nicht ganz problemlos; beim Umschalten verschoben sich auch die eingestellten Frequenzen etwas. Außerdem entfällt nun der Vorteil der Grundschaltung, denn der Ausgang des P 172 C nimmt am Tonende eine vorher nicht bestimmbare Lage ein (H oder L). Dafür konnte diese Schaltung aber auch für den Generator nach Abschnitt 5.2. benutzt werden, obwohl die Batterie-Bezugspotentiale unterschiedlich liegen (Bild 22).

6. Automatischer 7-Ton-Melodiegenerator

Eine interessante Anwendung des TTL-Generators nach Abschnitt 2. ist zweifellos die für einen automatischen Melodiegenerator. Solche »Türmelodieerzeuger« lösen zunehmend Klingeln und Gongs ab. Oft unzuverlässige Diskretlösungen mit vielen Einzeltransistoren gehören damit längst zum »alten Eisen«. Auch mit Schaltkreisen wurde bereits eine Reihe von Lösungen bekannt. Die folgende, deren Grundprinzip (in 2 Varianten, die eine davon mit Takterzeugung über 2 × P 191 C) der Autor in »radio – fernsehen – elektronik«, H. 23/24 (1977), vorstellte, zeichnet sich durch folgende Besonderheiten aus:
- einfache Bereitstellung der Ansteuerimpulse mit L-Pegel durch Schieberegister
- Einsatz des in Abschnitt 2. beschriebenen, gegen Masse (also mit L-Pegel) steuerbaren TTL-Generators
- Erweiterungsmöglichkeit durch einen zweiten, ebenfalls nach Abschnitt 2. realisierten Taktgenerator für unterschiedliche Tonlängen (steuerbar vom gleichen Schieberegister)
- einfache Einstellung der Töne (und Taktlängen) über eine (bzw. und eine zweite) Stellwiderstandseinheit; dadurch
- leichter Wechsel der gewünschten Melodie, wenn die Potentiometerleiterplatten steckbar ausgeführt werden oder wenn man über Schalter anwählt

- selbsttätiges »Eintakten« der Schaltung nach erstmaligem Einschalten
- Anschluß weiterer Lautsprecher möglich (dezentrale, für die Umgebung weniger störende Signalgabe)
- Betrieb aus 0,5-A-Klingeltransformator
- einfache Tastenbetätigung; auch bei nur kurzem Drücken läuft stets die volle Melodie ab
- Aufbau in berührungssicherem Plastgehäuse oder Speisung aus dem unveränderten, gekapselten Klingeltransformator.

Aus den in der o. g. Literaturstelle vorgestellten Varianten wurde nur eine, die vielseitigere, ausgewählt und auf eine Leiterplatte gebracht. Es handelt sich dabei um das Grundgerät für 7 gleich lange Töne, in dem eine Eingriffsmöglichkeit für die zusätzliche Beeinflussung der Tonlänge vorgesehen wurde. Eine solche Zusatzeinheit für halb- oder viertellange Töne besteht dann nur aus einigen Stellpotentiometern (und Entkopplungsdioden) für die Töne, die kürzer als die übrigen sein sollen.

6.1. Kurze Schaltungsbeschreibung

Die folgenden Ausführungen muß der Anfänger nicht sofort vollständig verstehen. Wenn alles richtig aufgebaut wird, funktioniert der Generator auch ohne dies. Lediglich die Leitung zur Taste sollte nicht unnötig lang sein und nicht an starken Störern vorbeiführen, die u. U. den TTL-Pegel mit ihren Einkopplungen in die Leitung überschreiten. In diesem Fall kann man die merkwürdigsten Effekte erleben! Da dieser Generator aber vorwiegend – schon »des Spaßes wegen« – nur mit der Taste unmittelbar an der Wohnungstür gekoppelt wird, ist das selten zu befürchten. (Für die Klingel von der Straße her sollte man ruhig die übliche Hausanlage beibehalten – schon wegen der dadurch gegebenen Unterscheidungsmöglichkeit!)
Nach Bild 23 besteht der Melodiegenerator aus 8 Funktionseinheiten, die sich bis auf Lautsprecher, Transformator und Taktfrequenznetzwerk alle auf einer Leiterplatte 100 mm × 115 mm befinden. Dieses Format ergab sich aus der Wahl des Gehäuses, siehe unten, das real die Verkürzung von 100 mm auf 99 mm erfordert. Was sich im einzelnen unter dieser recht umfangreich wirkenden Darstellung verbirgt, erkennt man aus dem Gesamtstromlaufplan nach Bild 24.
Kern des Ganzen sind 2 hintereinandergeschaltete 4-Bit-Schieberegister vom Typ P 195 C, deren Ausgänge (bis auf den letzten) mit den Eingängen eines NAND mit 8 Eingängen vom Typ P 230 C verbunden sind. Dessen Ausgang wiederum liegt am seriellen Eingang (ES) des ersten P 195 C. Erst dann, wenn alle angeschlossenen Registerausgänge auf H-Pegel liegen, ergibt sich am Ausgang des P 230 C das negierte H, also L. Dieses L entsteht also nur am Anfang eines Durchlaufs, wenn nur der letzte Registerausgang auf L geschaltet hat (ausgenommen bei erstmaligem Start nach Anlegen der Betriebsspannung, wo die einzelnen Flip-Flop in den Schieberegistern beliebige Ausgangszustände haben können – das »taktet« sich nach dem ersten Durchlauf selbst in den gewünschten Zustand ein!). Das an ES anliegende L-Signal wird mit dem ersten Taktimpuls am Takteingang des Registers in das nächste interne Flip-Flop weitergeschoben, und dessen Ausgang nimmt L-Potential an. Damit schaltet der P 230 C ausgangsseitig auf H, und ES erhält auch für die folgenden Takte H. Erst beim 8. Takt sind alle 7 angeschlossenen Ausgänge der beiden Register wieder auf H, während das 8. auf L gekippt ist.
Die Gesamtschaltung verknüpft man nun über einige Gatter so, daß dieser Lauf genau nach einem Zyklus wieder gestoppt wird, es sei denn, man startet ihn nochmals neu. Zu diesem Zweck wurde die Ansteuerlogik vorgesehen. Ein mit Kondensator gegen leitungsseitige Störimpulse überbrückter Tasteneingang und ein Rückführgatter für das Stopsignal vom Ausgang 8 der Registerkette bilden den Anfang dieser Logik. Es folgt ein aus Gattern gebildetes Flip-Flop, von dem für den richtigen Funktionsablauf der entsprechende Ausgang an ein Trenngatter geführt wird. (Dieser Ausgang muß, bevor man die Taste betätigt, auf L liegen, so daß der ebenfalls an dieses Gatter geführte, ständig vorhandene Takt gesperrt wird.) Drückt man die Taste, so kippt das Flip-Flop sofort und gibt den Takt frei. Sobald der erste Ton erklingt, geht Ausgang 8 der Schieberegister auf H, und die Rückführung von dort zur Ansteuerlogik ersetzt über den Ausgang dieses Rückführgatters mit L die Aufgabe der geschlossenen Taste über den zweiten Gattereingang. Erst beim 8. Takt schaltet der Ausgang dieses Gatters wieder auf H. Da man schon nach dem ersten Ton die Taste loslassen darf, kippt nun das Flip-Flop zurück, sperrt den Taktkanal am Ausgang der Ansteuerlogik, und die Einrichtung ist für den nächsten Start bereit.

Die Schaltungen von Ton- und Taktgenerator wurden schon in Abschnitt 2. erläutert. Das Zusammenspiel von Tongenerator, Widerstandsnetzwerk und Schieberegisterausgängen ist einleuchtend: Jedem Ton wird ein Potentiometer zugeordnet. Um alle gemeinsam an den Generator führen zu können, ohne daß sich Rückwirkungen auf die gerade hochliegenden Registerausgänge ergeben, entkoppelt man diese durch billige Plastdioden (z. B. SAY 40, sie waren zur Zeit der Manuskripterarbeitung von Wermsdorf sehr preiswert erhältlich). Der erreichbare Frequenzumfang beträgt, wie schon erwähnt, knapp 2 Oktaven. Es empfiehlt sich, die Potentiometerwerte schon nach dem gewünschten Ton zu wählen (je höher, um so niedrigere Widerstandswerte). Die »Treffsicherheit« beim Einstellen ist dann größer. Empfohlenes Spektrum: 500 Ω bis 10 kΩ. Die Wahl der Melodie ist eine Frage des Geschmacks und des Aufwands. Viele Anwender bevorzugen sinnigerweise »Horch, was kommt von draußen 'rein« und benötigen damit nicht einmal ein zusätzliches Tonlängennetzwerk. Für Melodien mit mehr als 7 Tönen braucht man entsprechend mehr Schieberegister und muß das 8-Eingangs-NAND auf entsprechend mehr Eingänge erweitern. Das sei den Experten überlassen. Längere Melodien, automatisch abgespielt, eignen sich vielleicht für andere Anwendungen; für ein Türsignal findet sie der Autor etwas anstrengend.

Das Netzteil soll lediglich verhindern, daß die Schaltkreise durch Spannungen von mehr als 5,25 V beschädigt werden könnten bzw. unnötig viel Strom aufnehmen. Der verwendete Klingeltransformator KT 07 (6 V/0,5 A) begrenzt von vornherein die verfügbare Leistung, so daß man mit einem SF 126 als Z-diodengesteuertem Längstransistor auskommt. Die vorgeschaltete Diode fängt einen Teil der Leistung über ihm ab. Auch bei Netzüberspannung tritt also keine Überlastung ein. Der Kondensator parallel zur Z-Diode wurde in die Leiterplatte nachträglich eingefügt; die Töne verlieren dadurch ihre »Rauhigkeit«. Statt der Transistor-Z-Dioden-Kombination ist es auch möglich, mit etwa 10 Ω/½ W als Vorwiderstand eine Leistungs-Z-Diode SZ 600/5,1 zu betreiben. Ihre tatsächliche Spannung kann aber über 5,25 V liegen, so daß bei Bedarf zwischen den Ausgang dieses Netzteils und die übrige Schaltung noch eine SY 200 o. ä. zu legen ist, deren Schwellspannung die Betriebsspannung unter 5 V senkt. Die Gleichrichter wurden reichlich dimensioniert, da trotz des Strombedarfs des Musters von nur 200 mA immerhin beim Einschalten der Ladestromstoß des Elektrolytkondensators zu beachten ist. Ihn begrenzt nur der Transformator- und Gleichrichter-Innenwiderstand. SAY 12 oder SAY 17 (Plastdioden mit hohem Stoßstrom) passen am besten, je nach Angebot und Preis kann auch auf die größeren SY 320 oder SY 200 ausgewichen werden (Leiterplatte dann von vornherein in dieser Partie entsprechend anders auslegen!). Die Lautsprecherseite gestaltet man je nach gewünschter Lautstärke: Gatterausgang mit Strombegrenzungswiderstand für bescheidene Ansprüche, wenigstens 1 Transistor (wie auf der Leiterplatte vorgesehen), wenn extern in der Wohnung ein weiterer Lautsprecher gewünscht wird. Vorwiderstand nicht vergessen, falls Kurzschluß auf der Außenleitung möglich!

6.2. Leiterplatte

Bei integrierten Schaltkreisen mit ihrer recht hohen Anschlußdichte ist die Gestaltung des Leiterbildes problematisch, wenn man weiterhin mit einer Ebene auskommen will. Im Handel befindet sich zwar bisweilen zweiseitig kaschiertes Hartpapier, doch verführt es wiederum, vielleicht unnötig viele Leiterzüge auf die Bauelementeseite zu verlagern. Unübersichtlichkeit und eine Vielzahl von Durchkontaktierungen mit Drahtstückchen sind die Folge. Im Beispiel wurde die Leiterplatte darum auf einseitig kaschiertem Material hergestellt. Die Zahl der erforderlichen Drahtbrücken – man kann sie als zusätzliche Bauelemente auffassen – bleibt in tragbaren Grenzen; die Übersichtlichkeit leidet kaum.

Bild 25 zeigt die zu Bild 24 gehörende Leiterplatte von beiden Seiten. Nachdem die Leiterplatte fertig ist, beginnt man am besten mit dem Einsetzen der Drahtbrücken; es folgen die Widerstände, dann die Schaltkreise und die Potentiometer, zum Schluß die übrigen Bauelemente. Das erleichtert die Lötarbeiten. Nach Durchstecken einer Drahtbrücke z. B. kann diese bauelementeseitig gut durch ein Stück Halbzeug o. ä. angedrückt werden. Auf den Tisch gelegt, lassen sich die Enden dann leiterseitig mit dem Seitenschneider kürzen, ohne daß die Brücke bis zum Löten wieder herausrutscht. Die zweite »Andruckebene« wird von den (liegenden) Widerständen gebildet (Größe 2 × 7 oder 3 × 11). Die Schaltkreise stellen die nächste »Etage« dar. Auf diese Weise ist die Leiterplatte schnell bestückt. Stecklötösen nicht vergessen! Die Leiterplatte enthält den Anschluß für das Tonlängennetzwerk am Taktgenerator; auf der Platte selbst sind nur die Tonhöhen-Stellwiderstände untergebracht. Sie gestattet damit also zunächst nur

eine Melodie aus bis zu 7 gleich langen Tönen. Will man das Gerät bezüglich der Tonlängensteuerung erweitern, ist eine kleine Hilfsplatte in der Art des Potentiometerteils der Hauptplatte nötig. Sie wird einmal (mit dem »Summenpunkt«) an die freie Taktgenerator-Lötöse »t_{var}« angeschlossen. Zum anderen führt man die einzelnen Anschlüsse gemäß Bild 23 mit an die entsprechenden Schieberegisterausgänge. Bei einem solchen Zusatz gleicht man am besten wechselweise Tonlänge und Tonhöhe ab, da ja die Ausgänge einen endlichen Durchgangswiderstand nach Masse haben. Eine solche Zusatzplatte ist leicht noch mit im Gehäuse unterzubringen. Dabei aber Anschlußlötösen für die Registerausgänge nicht vergessen oder notfalls Leitungen auf Leiterseite löten. Universell wird das Gerät, wenn man jeweils eine auf einer steckbaren Leiterplatte untergebrachte kombinierte Tonhöhen-/Tonlängen-Einheit für die gerade gewünschte Melodie in das Gehäuse einschiebt. Auch ein Mehrebenenschalter mit entsprechender Beschaltung ist prinzipiell möglich. Beides sei wiederum den Fortgeschrittenen überlassen.

6.3. Transformator- und Anschlußmontage

Der mit den Sicherheitsregeln noch nicht vertraute Anfänger gestaltet sein Gerät als reine Niederspannungseinheit und montiert den original gekapselten Klingeltransformator vom Typ KT 07 getrennt. Von ihm führt eine an den 6-V-Ausgang angeschlossene Leitung zum Gleichrichterteil des Melodiegenerators. Wer die Gefahren des Lichtnetzes zu berücksichtigen gelernt hat, gibt dem Transformator ein neues Gehäuse, nämlich eine bis zur Deckplatte geschlossene Kammer im Gesamtgerät. Der Klingeltransformator wird dazu sachgemäß aus seinem Gehäuse entfernt. Die Netzanschlüsse (ebenso wie die Niederspannungsanschlüsse) verbindet man mit je einer 2poligen Lüsterklemme. (Es gibt solche auftrennbaren »Stangen« aus elastischem Plast für 1,70 M; sie tragen 12 Klemmen.) Die netzseitigen Anschlüsse dürfen auch bei Fehlern weder den Transformatorkern noch gar die übrige Schaltung berühren. Die Einzelheiten in Abschnitt 6.4. zeigen bildlich, wie dem zu begegnen ist. Zur Montage der Lüsterklemmen werden darum Polystyrolstücke benutzt, die ein M3-Gewinde erhalten. Gut geeignet für diesen Zweck sind die noch erhältlichen Zahnstreifen von »Amateurelektronik«, deren Zähne jetzt unnötig sind. Man sägt passende Stücke und klebt sie nach dem Gewindeschneiden im Gehäuse, das ja ebenfalls aus Polystyrol besteht, mit Plastikfix oder einem anderen Polystyrolkleber fest. Wer sich für ein Gehäuse aus PVC-Platten entschieden hat, muß konsequenterweise auch die Befestigungselemente aus entsprechend dicken (oder aus dünneren Platten zusammengeklebten) PVC-Stücken gewinnen sowie als Kleber PCD 13 o. ä. verwenden.

Der Transformator selbst wird ebenfalls mit den genannten Befestigungsstücken mit M3-Gewinde montiert. Dabei lassen sich seine bisherigen Befestigungsschrauben wieder einsetzen, wenn ihre größere Länge oberhalb des Kerns mit entsprechend hohen Abstandsstücken kompensiert wird. Isolierplatten trennen die übrige Schaltung sowie Kern und Netzanschlußseite voneinander ab. Sie reichen bis zur Gehäuseinnenhöhe. Die Platte zum Netzanschluß hin erhält eine kleine Aussparung für die mit Isolierschlauch überzogenen Primäranschlüsse.

6.4. Gehäusegestaltung

Das Gehäuse wurde aus 3 großen Wandplatten und 2 großen Frontplatten des Systems »Amateurelektronik« zusammengesetzt. Man kann es aber selbstverständlich auch z. B. aus PVC anfertigen. Dazu biegt man über einem vom Strom erwärmten Widerstandsdraht am besten einen U-Winkel, und die Seitenwände werden eingeklebt. Außerdem gibt es im Handel auch Plastkästen passender Größe. Im beschriebenen Beispiel wird die dritte Wandplatte längs der kantennächsten Sägelinien an den kürzeren Kanten getrennt, so daß 2 schmale Seitenteile mit den Abmessungen 33 mm × 99 mm entstehen. Ebenso ist mit den beiden Frontplatten zu verfahren, die nach Trennen längs der langen Sägelinie die Größe 41,5 mm × 173,5 mm annehmen. (Das ergibt sich aus den Ursprungsmaßen der Platten; bei selbstangefertigten Platten wählt man »glatte« Maße.) Spiegelbildlich zueinander erhalten die Frontplatten die nur an der Netzanschlußseite in Bild 26 dargestellten Durchbrüche für die Lüsterklemmenbefestigung, die auf der abgebildeten Seite für den Anschluß des Klingelknopfes (also eines einfachen nichtrastenden Tasters, der aber mit keinem anderen Stromkreis verbunden sein darf!) vorgesehen ist. Die andere

Platte trägt dann das Lüsterklemmenpaar für den (falls gewünschten) Zweitlautsprecher und erhält nur dafür Löcher. Der Anschluß wird direkt über genügend lange Litze mit dem Lautsprecher im Gerät verbunden, der Schutzwiderstand läßt sich mit seinen etwas abgebogenen Enden thermisch in der Gehäusewand befestigen.
Durch die in Bild 26 auf der anderen Seite erkennbare Öffnung wird ein Netzkabel eingeführt, wie es mit »anvulkanisiertem« Stecker und verzinnten Enden im Handel erhältlich ist. Das Gerät wird an der Wand also zweckmäßig in der Nähe einer Steckdose montiert, wenn man eine unnötig lange Netzleitung umgehen will.
Die genauen Maße der Öffnung für die Netzleitung sind dem vorhandenen Kabel anzupassen. Im Gehäuse wird noch eine Zugentlastung angebracht, die zuverlässig eingeklebt werden sollte, damit aus diesem Kammerteil keine Metallschrauben nach außen ragen.
Das Gehäuse montiert man mit den zum System gehörenden Trägerschienen so, daß eine nur nach 2 Seiten hin offene Wanne entsteht. Das bedeutet: Eine Wandplatte, die beiden Wandplattenabschnitte und die eine der beiden »Frontplatten« bilden eine zusammengeklebte Einheit. In ihr sind, nachdem die Schallöffnungen gebohrt (nach »Geschmack«) und die entsprechenden Halteelemente (wie schon beschrieben) eingeklebt wurden, Lautsprecher, Lüsterklemmen und Transformator zu montieren sowie die Trennwände einzukleben. Auch die beiden oberen Trägerschienen werden bereits angeklebt. An diese Trägerschienen wiederum klebt man, nach außen weisend, 2 von ihren Zähnen befreite Zahnstreifenstücke von 99 mm Länge, die mit ihren zahlreichen 2,4-mm-Löchern genügend Möglichkeiten zum Aufhängen des Generators bieten (vergleiche Bild 27). Die andere große Wandplatte erhält innen einige am Rand angeklebte kleine Polystyrolstückchen, die aus einem freien Abschnitt der Frontplattenteile stammen. Wenn man die seitlichen Wandplatten etwas nach außen spreizt, läßt sich diese Platte zwischen die Wandplatten an den Trägerschienen einhängen, die in den durch das Aufkleben der Plättchen entstandenen Schlitz eingreifen. Bild 27 zeigt auch diese Einzelheit. Erst jetzt schließt man das Gehäuse mit der letzten »Frontplatte«. (»Frontplatte« und »Wandplatte« sind die Handelsbezeichnungen dieser Teile, im Einsatz kehren sich ihre Funktionen dagegen oft um.) Genau auf die Trägerschienen-Stirnseiten bohrt man nach Bild 28 vier 1-mm-Löcher von etwa 10 mm Tiefe, in die 1-mm-Stifte gesteckt werden. Sie bewirken, daß die Frontplatte, durch die hindurch diese Löcher angebracht sind, das gesamte Gehäuse zusammenhält. Wer ganz sichergehen will, klebt noch ein Zahnstreifenstück mit M3-Gewinde z. B. in die Mitte an den Rand der Gehäusewanne und schraubt die Abschlußplatte daran von außen fest.
Bevor man diese Platte befestigt, sind noch einige Stützstücke oder Gleitschienenabschnitte für die Leiterplatte einzukleben, deren Lage durch Versuch ermittelt wird. Die Leiterplatte wurde so gestaltet, daß über dem Lautsprechermagneten genügend Freiraum bleibt. Der Lautsprecher ist daher genau an der in Bild 29 bezeichneten Stelle einzukleben, nachdem man einige Schallöffnungen mit 4 bis 5 mm Durchmesser gebohrt hat. Ein Beispiel ist aus den Fotos zu erkennen.
Schließlich sind vor dem Einbau, wenn das auch erst jetzt zusammenfassend genannt wird, im Gehäuse an einigen Stellen Rippenteile der Wandplatten zu entfernen. Sie wurden ebenfalls in Bild 29 markiert. Bild 30 zeigt das fertige Gerät in der beschriebenen Ausführung.

6.5. Tonabgleich

Im allgemeinen gelingt es ohne große Mühe, innerhalb einiger Durchläufe die gewünschte Melodie abzugleichen. Dabei kann der Taktgenerator am dafür vorgesehenen Potentiometer auf langsamen Ablauf eingestellt werden. Es ist aber auch möglich, seinen Ausgang aufzutrennen und durch Handsteuerung mit einer »prellfreien Taste« aus 2 Gattern (vergleiche Bauplan 37) jeden Ton beliebig lange »stehenzulassen«.

7. Bezugsquellen

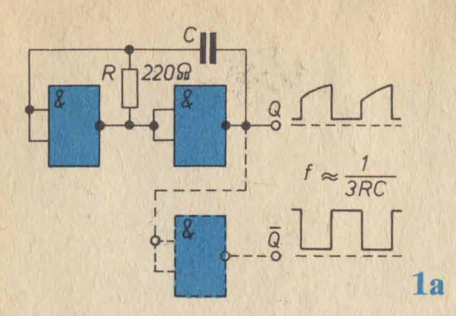
Die elektrischen Teile zu den beschriebenen Objekten führen im allgemeinen der örtliche Amateurbedarfshandel und besonders die Bezirksfilialen des RFT-Industrievertrieb. Niederohmige Schiebepotentiometer befanden sich 1977 z. B. im Elektronik-Versand 7264 Wermsdorf, Clara-Zetkin-Str. 21, im Angebot, ebenso wie die den Bastelbeuteln D bzw. E entnommenen sowjetischen pnp-Germanium-Transistoren. Dieses Versandhaus führt auch die preiswerten »P«-Schaltkreise des Instituts für Mikroelektronik Dresden. Diese Schaltkreise sind sicherlich ebenfalls in den RFT-Amateur-Bezirksfilialen erhältlich. Gleiches trifft auf die genannten mechanischen Teile des Systems »Amateurelektronik« zu, also Wandplatten, Trägerschienen, Zahnstreifen, Batteriebehälter. Polystyrolwandfliesen, PVC-Plattenmaterial und die für dieses Material nötigen Kleber führen größere Heimwerkergeschäfte, u. a. Centrum-Warenhäuser. In deren Elektroabteilungen findet man auch den bewährten Klingeltransformator KT 07 und selbstverständlich auch passende Taster, Netzleitungen mit verzinnten Anschlußenden und »anvulkanisiertem« Stecker sowie weiteres Installationsmaterial, wie Lüsterklemmenleisten und »Klingeldraht«.

8. Literatur

Der Inhalt dieses Bauplans basiert auf Grundlagen, die vor allem in seinem Vorgänger, der Nr. 37 (»Digital-Mosaik II – Schaltkreise kleinen und mittleren Integrationsgrades«), behandelt worden sind. Des weiteren ist immer wieder im Zusammenhang mit dieser Materie auf das Buch »Integrierte Schaltkreise« von Kühn und Schmied (VEB Verlag Technik) hinzuweisen sowie auf einige Broschüren der Reihe »electronica« des Militärverlags der DDR: Heft 132 bis Heft 135 (»Elektromechanische und vollelektronische Musikinstrumente«) von Engel sowie die Titel »Schaltungsbeispiele mit TTL-Gattern« von Kühne und »Impulstechnik mit TTL-Gattern« von Kramer.
Zur technologischen Seite der beschriebenen Objekte (z. B. Gehäusegestaltung mit PVC als Grundmaterial, Leiterplattenherstellung usw.) sind aus dem Militärverlag der DDR die »Amateurtechnologie« (2., veränderte Auflage 1976/77) und das »Bauplan-Bastel-Buch« (2. Auflage 1978) zu empfehlen. Experimente mit dem P 191 C beschreiben Beiträge im »technikus«, H. 10/77, und in »radio – fernsehen – elektronik«, H. 23/24/1977.

9. Ätzfeste Leiterbilder auf »typofix«

Wie bereits erstmals zu Bauplan 37, so kann auch zu diesem Bauplan im Elektronik-Versand Wermsdorf und in einigen RFT-Bezirksfilialen (Berlin, Erfurt) ein Blatt »typofix electronic special« im Format A 5 für 1,65 M bezogen werden. (Bei Bestellung in Wermsdorf Vorauszahlung, z. B. in Form von Briefmarken, plus 0,25 M Porto.)
Auf dem neuen Blatt befinden sich die Abreibebilder zum Ätzen der Leiterplatten nach Bild 13, Bild 18, Bild 19 und Bild 25.
Beim Verarbeiten gewünschten Blatt-Teil abschneiden, auf gesäubertes kupferkaschiertes Halbzeug legen, am Rand einseitig mit Klebstreifen sichern, zügig z. B. mit leicht verrundetem Bleistift »B« Leiterbahnen nachziehen. Nach Abreiben jeder einzelnen Leiterbahn (durch Graufärbung erkennbar) Folie vorsichtig hochheben (Klebstreifen sichert Lage) und abgeriebene Partie mit dem Finger andrücken. Fertiges Leiterbild ggf. vorsichtig mit Waschbenzin in Wattebausch von abgeriebenen Wachsrändern um die Leiterzüge befreien. Fehlstellen können mit Lötaugen und Leiterstücken eines »typofix-electronic-universal«-Blattes repariert werden. Platte in Eisen-III-Chlorid- oder Ammonium-Persulfatlösung ätzen.



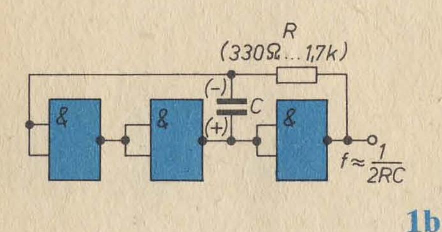


Bild 1
a – TTL-Generator aus 2 Gattern, verbesserte Kurvenform durch 3. Gatter (Kühn/Schmied, »Integrierte Schaltkreise«, 1. Auflage, S. 84), b – TTL-Generator aus 3 Gattern (Kühn/Schmied, S. 80)

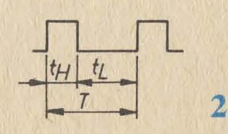


Bild 2
Die Schwingungsperiode setzt sich aus den (nicht immer gleich langen!) Zeiten t_H (Pegel H, hoch) und t_L (Pegel L wie low, tief) zusammen

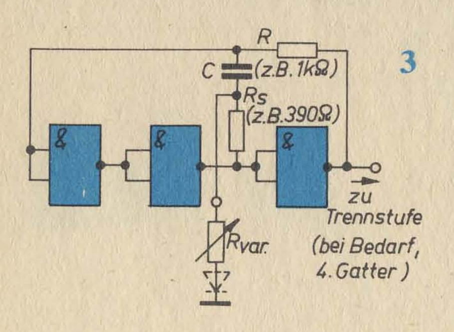
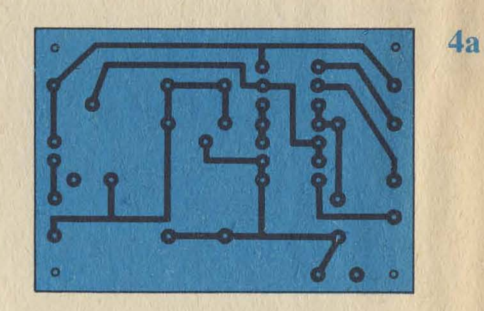
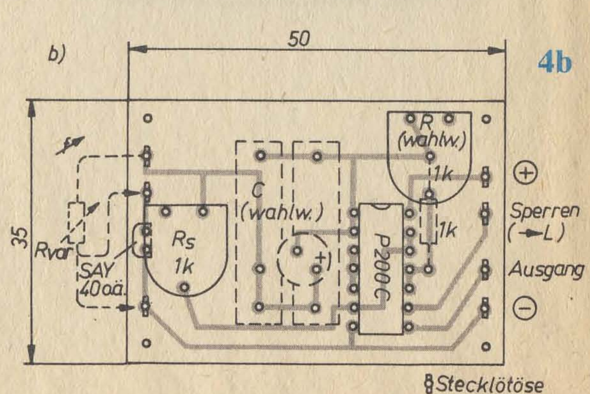


Bild 3
So wird der Generator nach Bild 1b gegen Masse in der Frequenz steuerbar (bis zu 2 Oktaven)





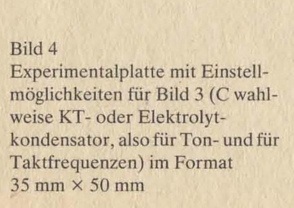


Bild 4
Experimentalplatte mit Einstellmöglichkeiten für Bild 3 (C wahlweise KT- oder Elektrolytkondensator, also für Ton- und für Taktfrequenzen) im Format 35 mm × 50 mm

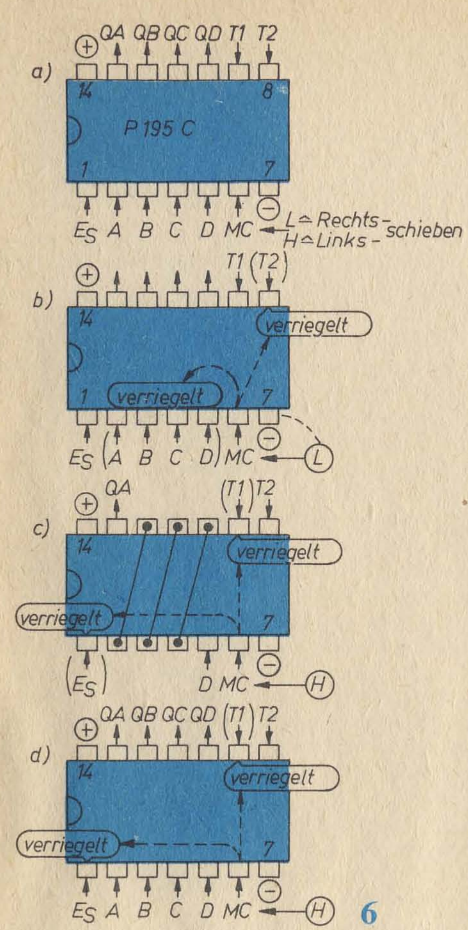


Bild 6
Betriebsmöglichkeiten und Verhältnisse an den Eingängen für das 4-Bit-Rechts-Links-Schieberegister P 195 C:
a – Anschlußbelegung, b – Rechtsschieben, c – Linksschieben, d – Paralleleingabe

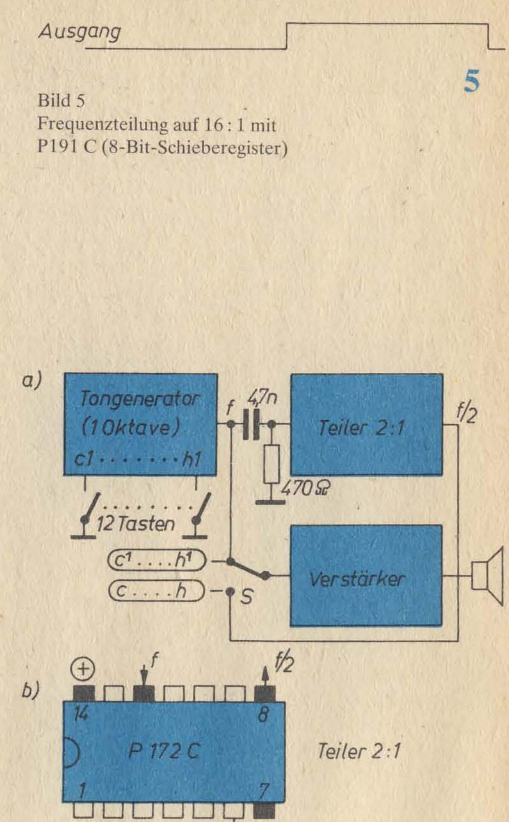


Bild 5
Frequenzteilung auf 16 : 1 mit P191 C (8-Bit-Schieberegister)

Bild 7
Frequenzbereicherweiterung um 1 Oktave nach unten: a – Übersichtsschaltung, b – dafür nötige Anschlüsse am P 172 C

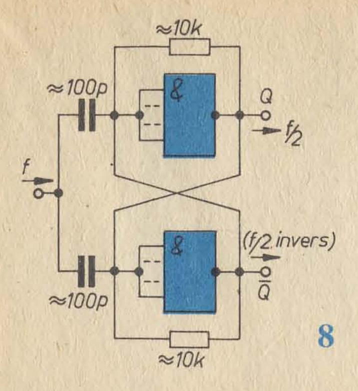


Bild 8
Frequenzteiler aus 1/2 P 200 C oder 1 × P 220 C

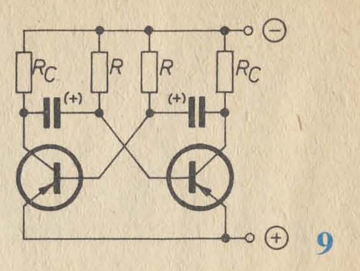
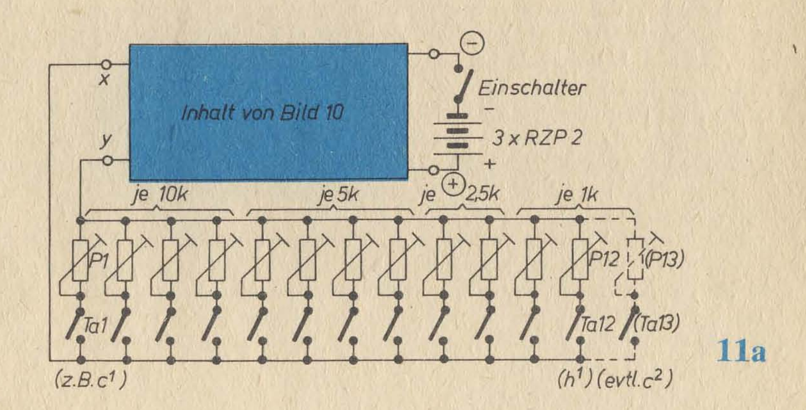


Bild 9
»Diskreter« Multivibrator mit billigen Germanium-Basteltransistoren



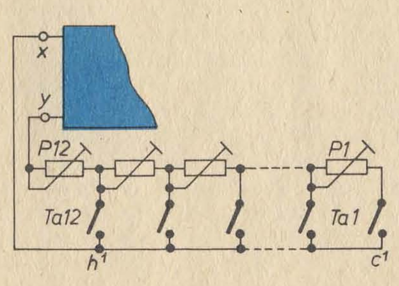


Bild 11
a – die Tastatur mit 12 Potentiometern für die einzelnen Töne und die Batterie ergänzen Bild 9 zur 1-Oktaven-Orgel. (Real sind die Potentiometer auf der anderen Seite nur an den Schleifern angeschlossen, der 3. Anschluß muß aus Leiterbildgründen frei bleiben); b – günstigere Variante, da dann beim (versehentlichen) Betätigen von 2 Tasten nur der jeweils höhere Ton erklingt

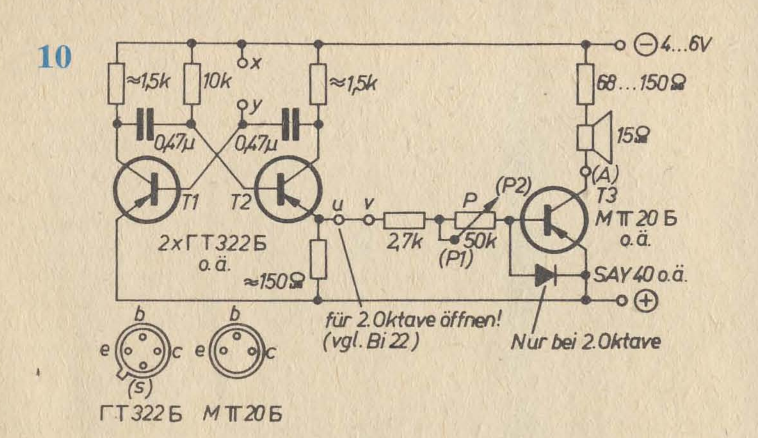


Bild 10
Generator für 1-Oktaven-Orgel nach Bild 9 mit Kleinleistungsendstufe. Bei Einfügen des P 172 C für die 2. Oktave ist das Potentiometer zu entfernen; Lautstärke bei Bedarf im Kollektorleitung mit 220- bis 470-Ω-Potentiometer einstellen

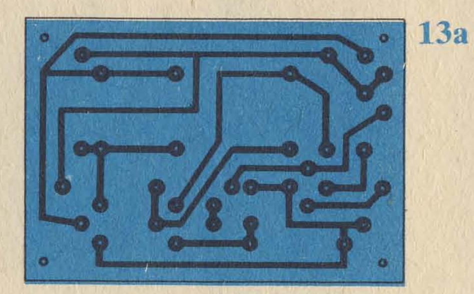
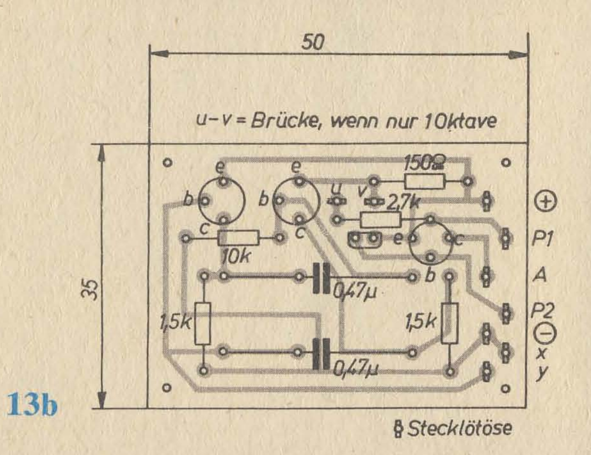
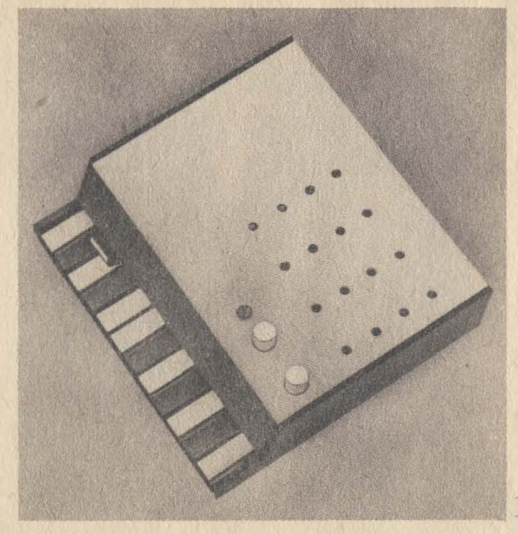
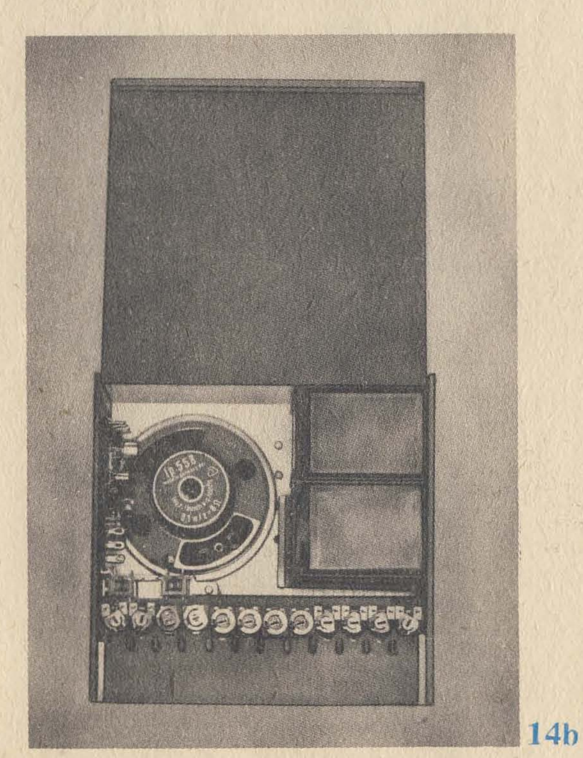


Bild 13
Leiterplatte für Bild 10 im Format 35 mm × 50 mm: a – Leiterseite, b – Bauelementeseite



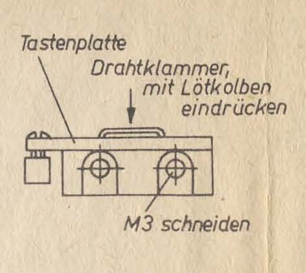


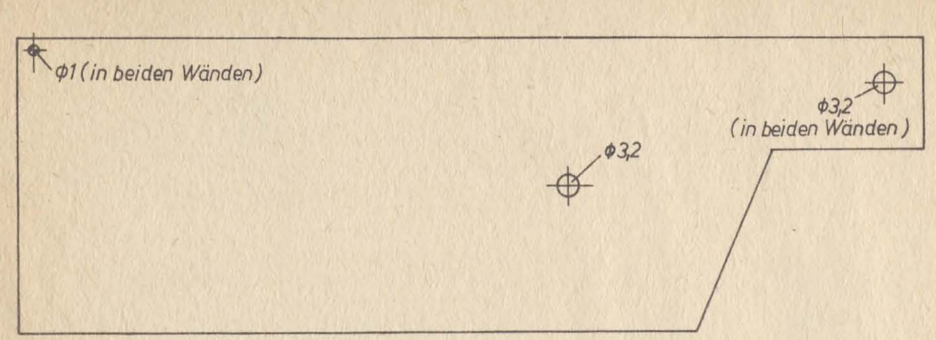
14a



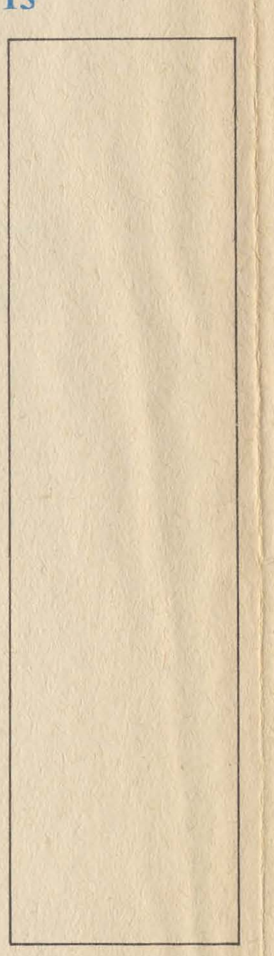
14b

Bild 14
Ansichten der »mini-orgel«
(Ansicht b vor dem Verdrahten)





15



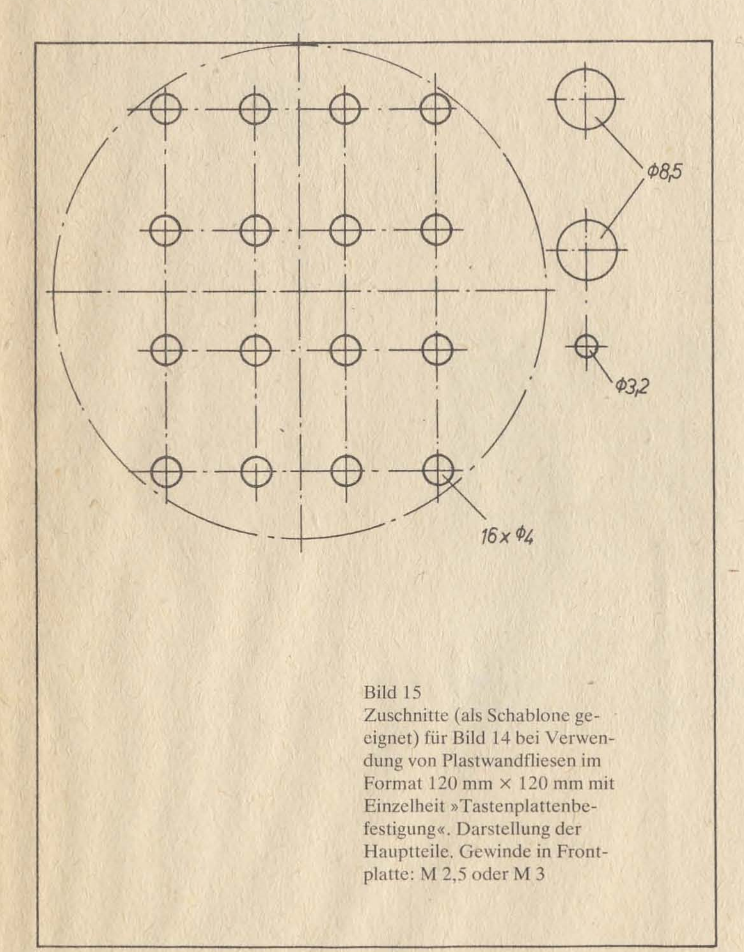


Bild 15
Zuschnitte (als Schablone geeignet) für Bild 14 bei Verwendung von Plastwandfliesen im Format 120 mm × 120 mm mit Einzelheit »Tastenplattenbefestigung«. Darstellung der Hauptteile. Gewinde in Frontplatte: M 2,5 oder M 3

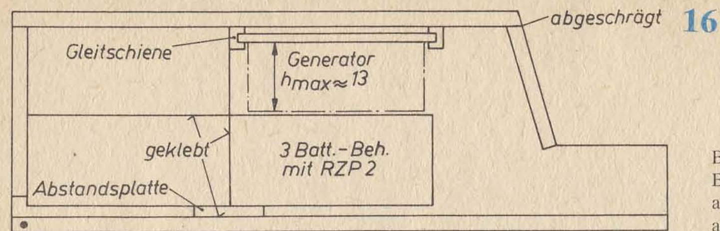


Bild 16
Batterie- und Generatoranordnung im Gerät (Seitenansicht)

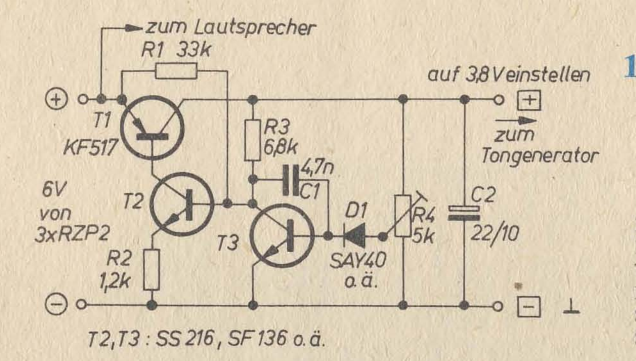
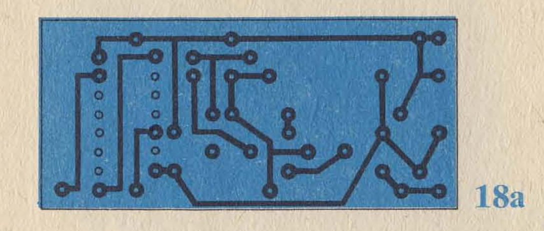


Bild 17
Regelteil für Stromversorgung des TTL-Generators. Mögliche Mindestspannung (und damit Stromaufnahme) hängt von den Schaltkreisexemplaren ab



18a

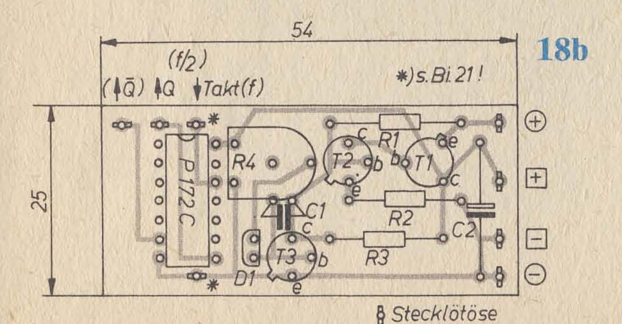
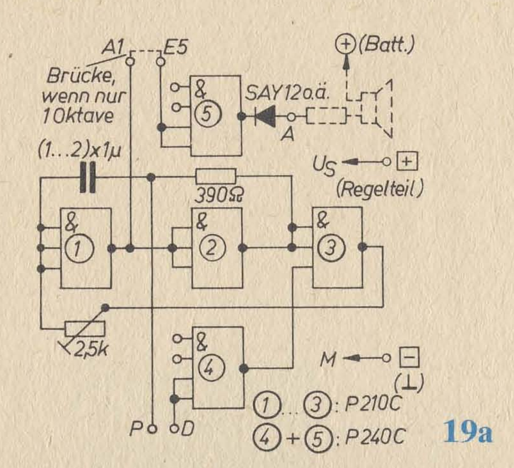
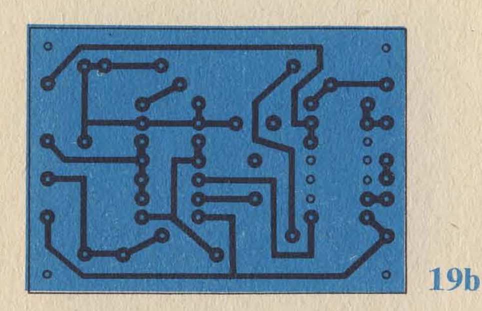


Bild 18
Leiterplatte »Regelteil mit Teiler für 2. Oktave« (Teiler siehe Bild 7): a – Leiterseite, b – Bauelementeseite





19b

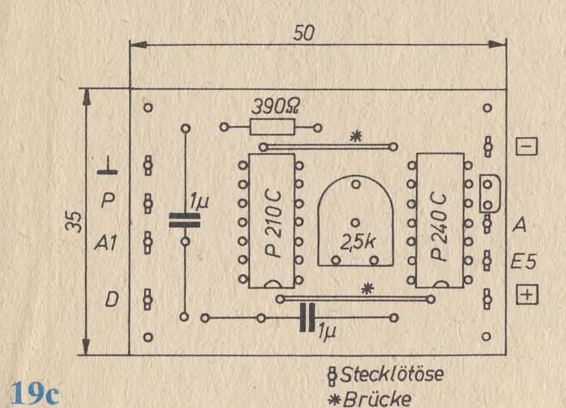
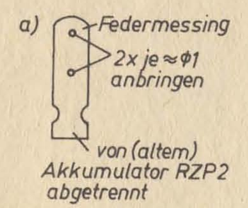
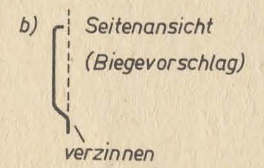
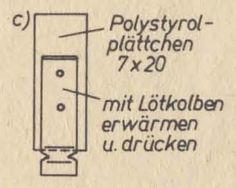
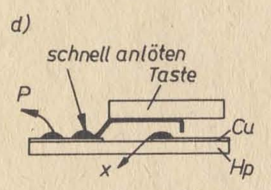


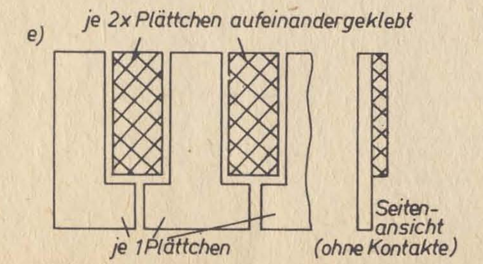
Bild 19
TTL-Generator für Anschluß an Tastatur nach Bild 20. Die Diode setzt die Betriebsspannung auf einen für TTL-Kreise zulässigen Wert herab. Wird nur mit einer Oktave gespielt, so nimmt die Endstufe bei dieser Schaltungsverknüpfung keinen Ruhestrom auf. a – Stromlaufplan, b – Leiterseite, c – Bestückungsseite eines Moduls 35 mm × 50 mm











12

Bild 12
Herstellung der Tasten

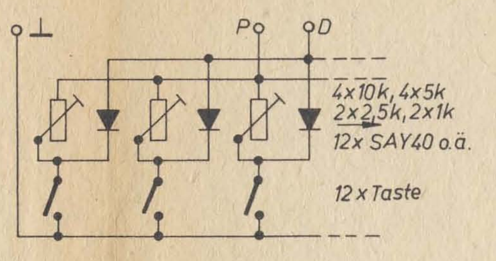
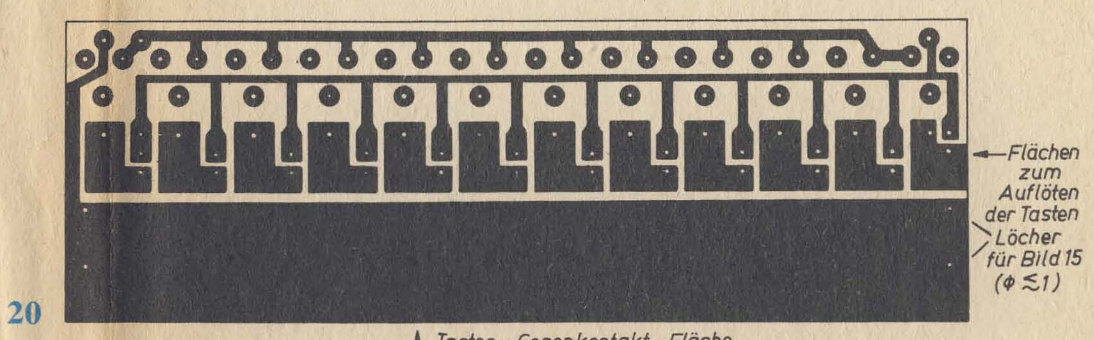


Bild 20
Tastatur zu Bild 19 für 1 Oktave. Breite und damit Tonumfang sind durch die verwendeten handelsüblichen Plastwandfliesen (120 mm × 120 mm) begrenzt. Tasten wie nach Bild 12

20



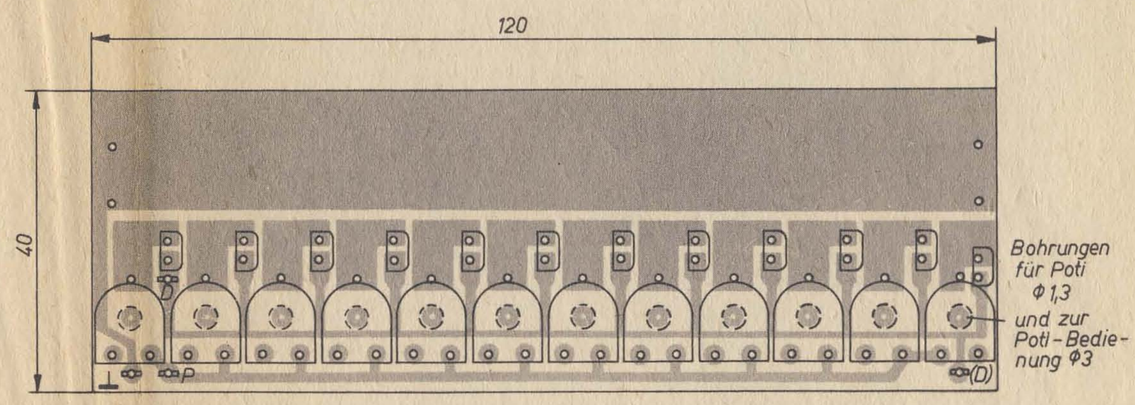
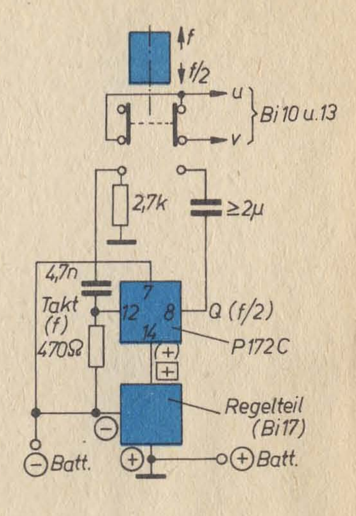
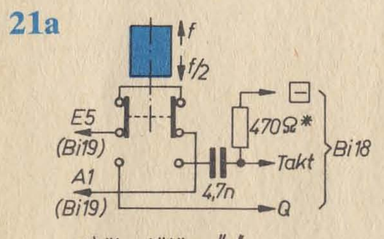
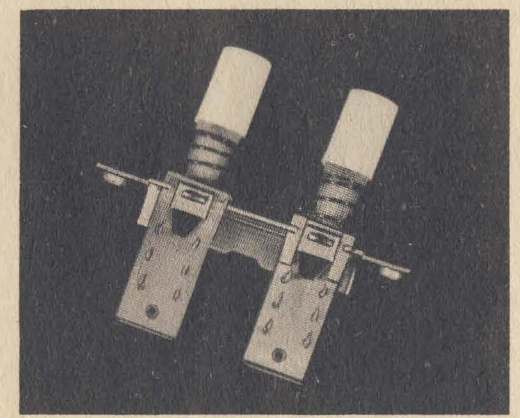


Bild 22
Zweite Oktave für Transistor-Multivibrator nach Bild 10; Ausnutzung der gesamten Platte nach Bild 18



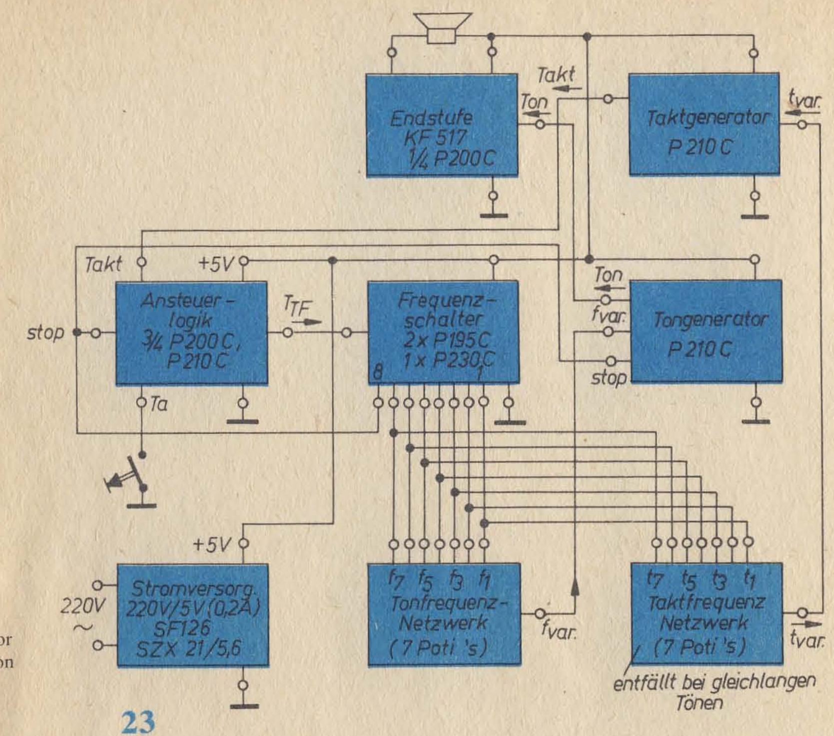
21a





21b

Bild 21
a – Zweite Oktave (Frequenzteilung) bei TTL-Generator über Tastenschalter durch Verknüpfung von Bild 18 und Bild 19,
b – verwendeter Tastenschalter



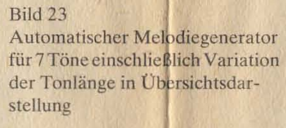


Bild 23
Automatischer Melodiegenerator für 7 Töne einschließlich Variation der Tonlänge in Übersichtsdarstellung

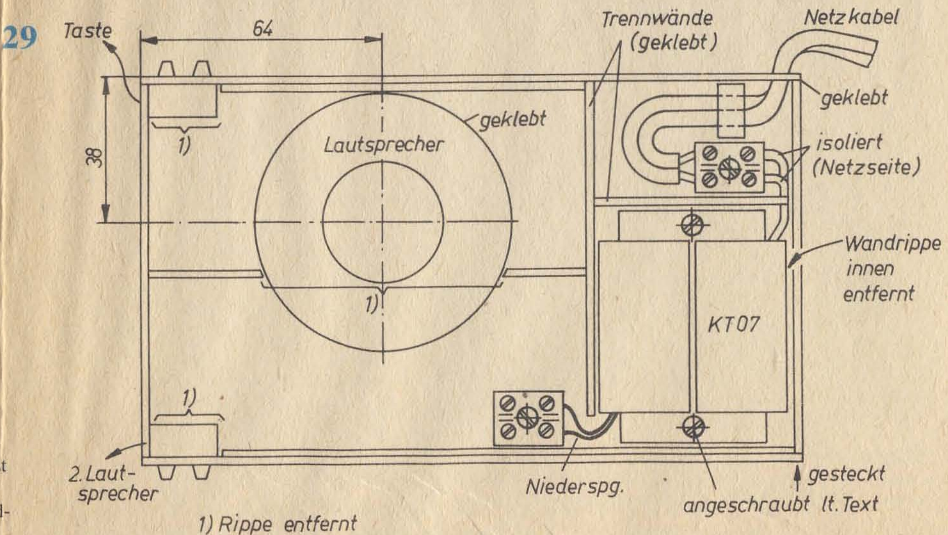
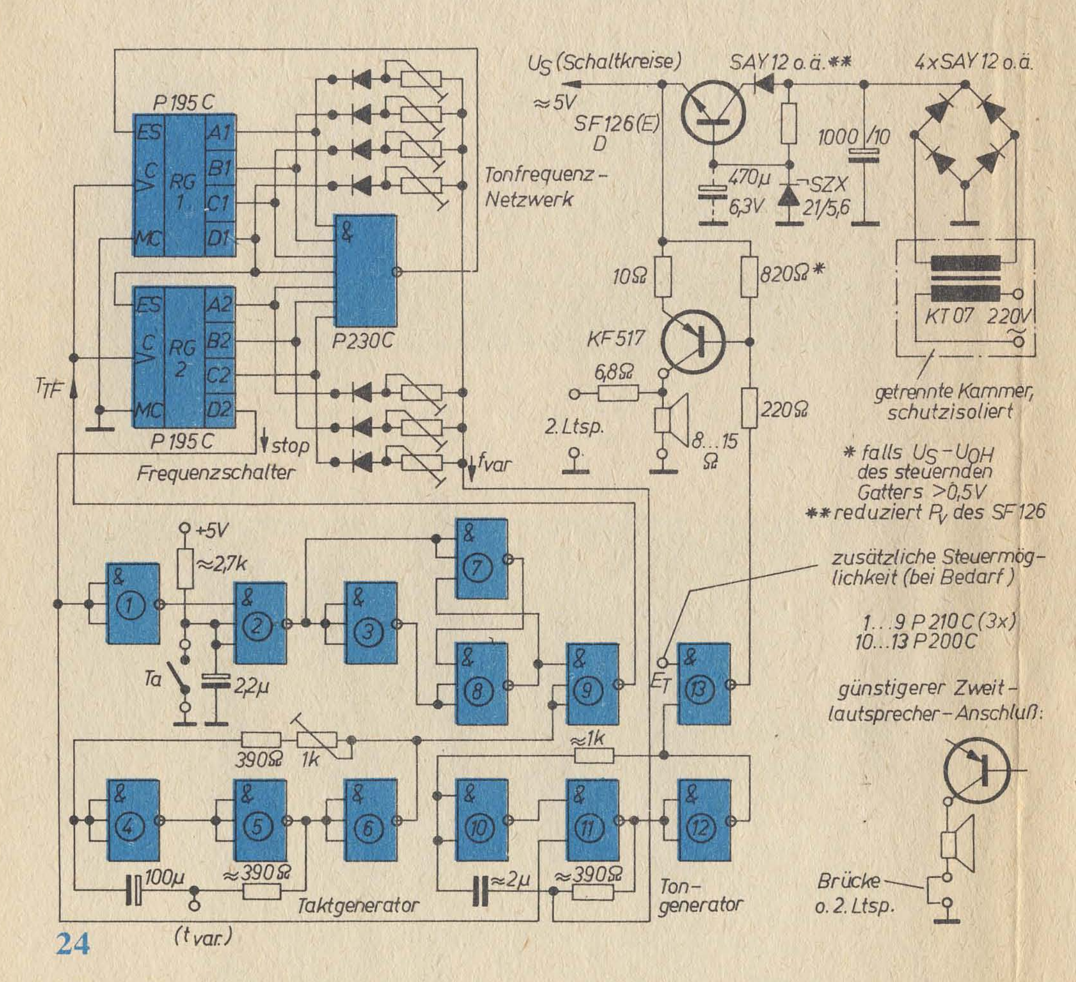


Bild 29
Anordnung der im Gehäuse fest montierten Teile und zu entfernende Rippenteile der Wandelemente



24

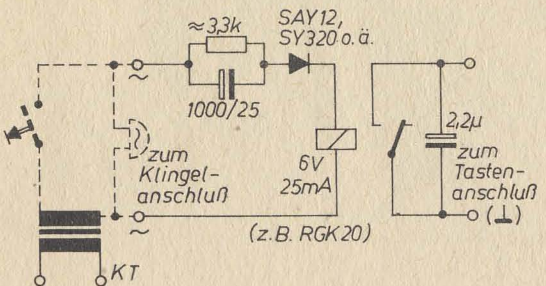
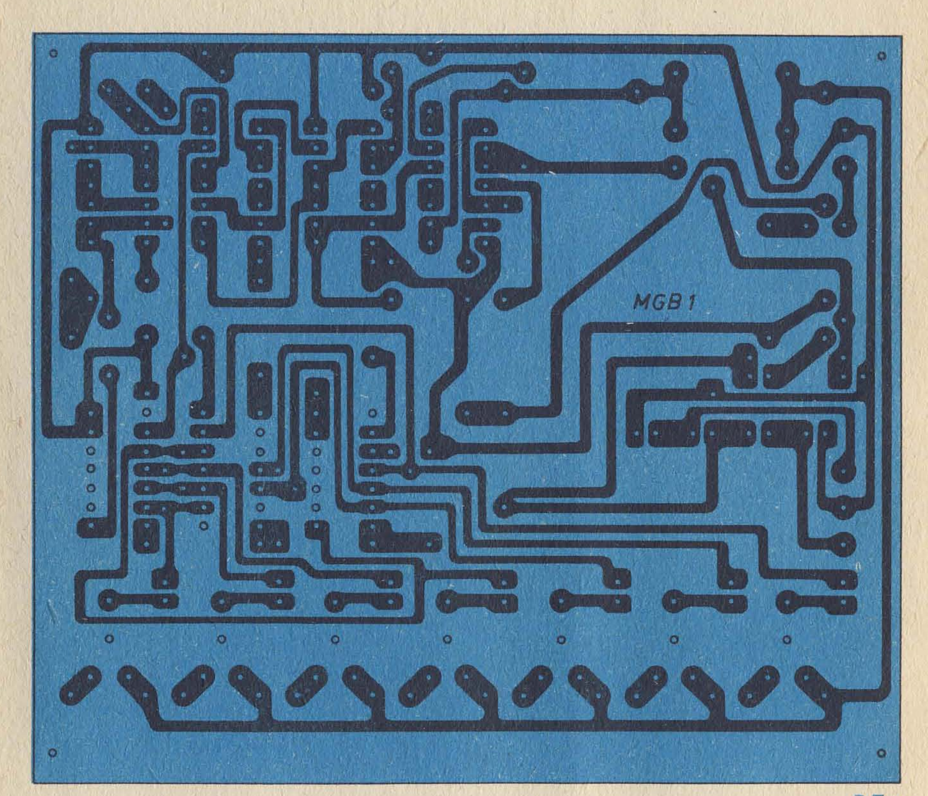
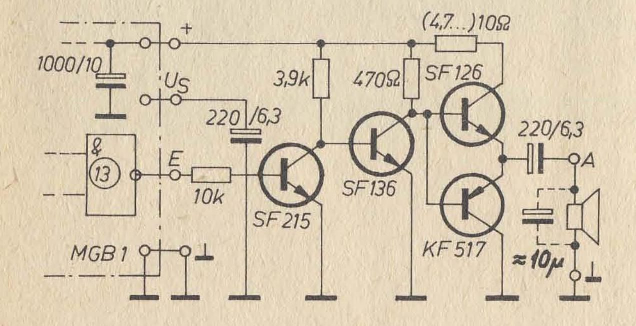


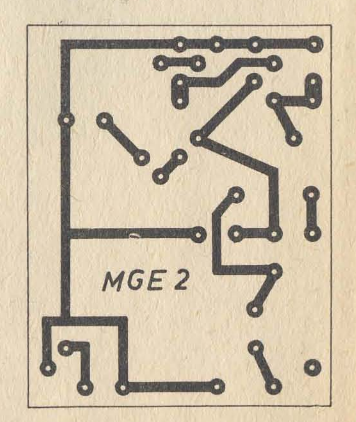
Bild 24
Stromlaufplan des automatischen 7-Ton-Melodiegenerators nach Bild 23, aber ohne Tonlängenvariation (Anschlußmöglichkeit vorgesehen). Die Punkte an den Dioden entsprechen den Anschlüssen für das Taktnetzwerk, wenn unterschiedliche Tonlängen gewünscht werden





25a





115

Potis wahlweise Gr 05 oder 1; Werte melodieabhängig optimieren!

99

z.B. 10k 5k 2,5k 1k 1k 1k 1k

ϕ3

7x SAY 40 o.ä.

+ 1000/10

~ vom Transformator ~

5x SAY 12 o.ä. SZX 21/5,6

P 195 C P 230 C P 195 C

(tvar.) 100µ

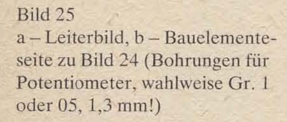
820Ω 220Ω 470/6,3 150Ω 10Ω SF 126 KF 517 390Ω

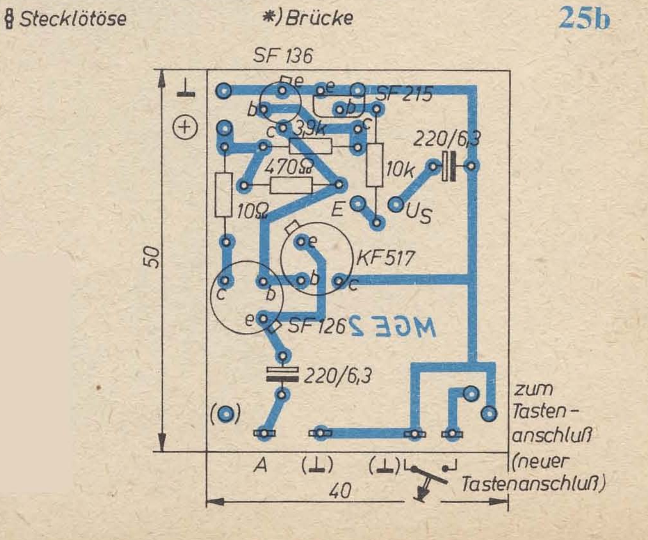
P 210 C P 210 C P 210 C P 200 C

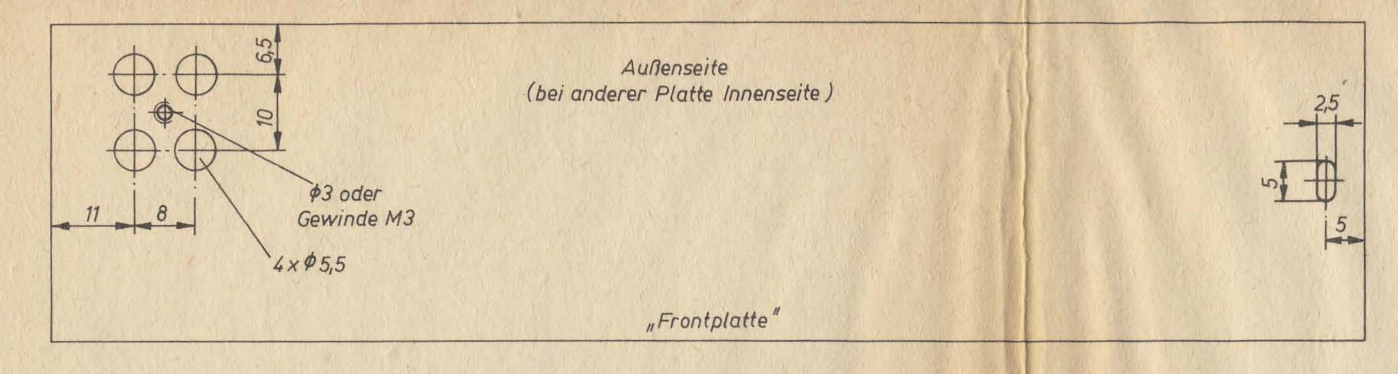
390Ω 390Ω 2,7k 1k 1k 2,2µ Ta ≈2µ Ltsp.

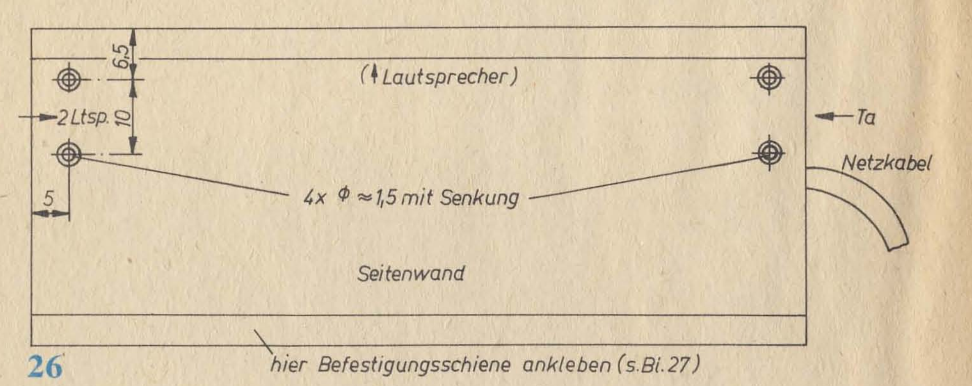
Stecklötöse *) Brücke

25b


Bild 25
a – Leiterbild, b – Bauelementeseite zu Bild 24 (Bohrungen für Potentiometer, wahlweise Gr. 1 oder 05, 1,3 mm!)

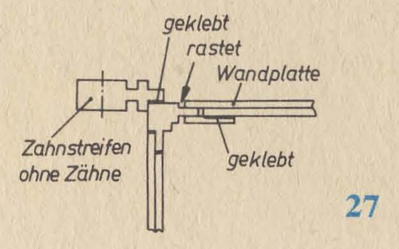






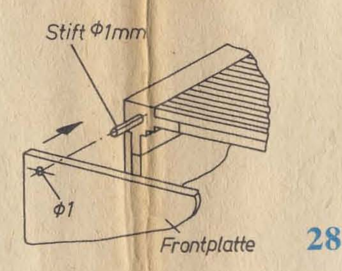
26

Bild 26
Lage der Durchbrüche im Gehäuse des Melodiegenerators bei Verwendung von »Amateur-elektronik«-Teilen



27

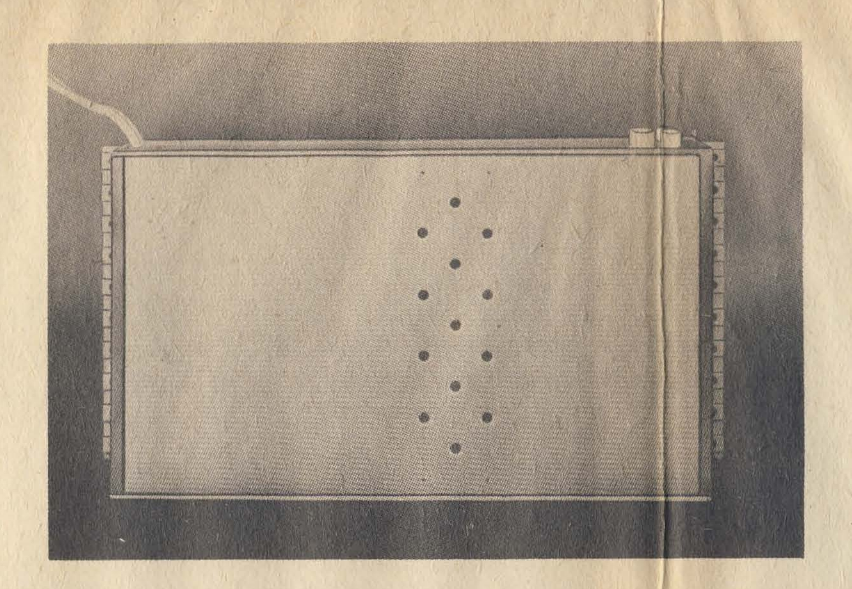
Bild 27
Eingeklebtes Polystyrolplättchen zum Einrasten der Wandplatte sowie Befestigung des Zahnstreifens (ohne Zähne) zum Aufhängen des Geräts



28

Bild 28
Verstiften der lösbaren Frontplatte

2. bearbeitete und ergänzte Auflage 1981, 26.–50. Tausend · © Militärverlag der Deutschen Demokratischen Republik (VEB) – Berlin 1978 · Cheflektorat Militärliteratur · Lizenz-Nr. 5 · LSV: 3539 · Lektor: Rainer Erlekampf · Typografie: Helmut Herrmann · Printed in the German Democratic Republic · Gesamtherstellung: Grafischer Großbetrieb Sachsendruck Plauen · Redaktionsschluß: 20. September 1980 · Bestellnummer: 746 252 8



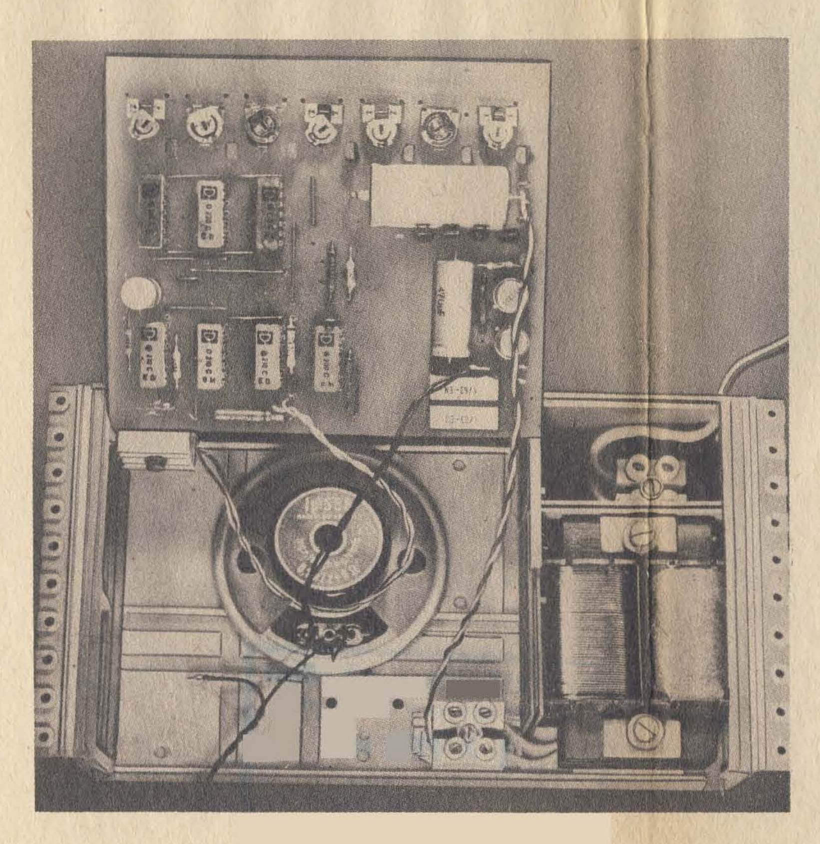
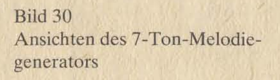
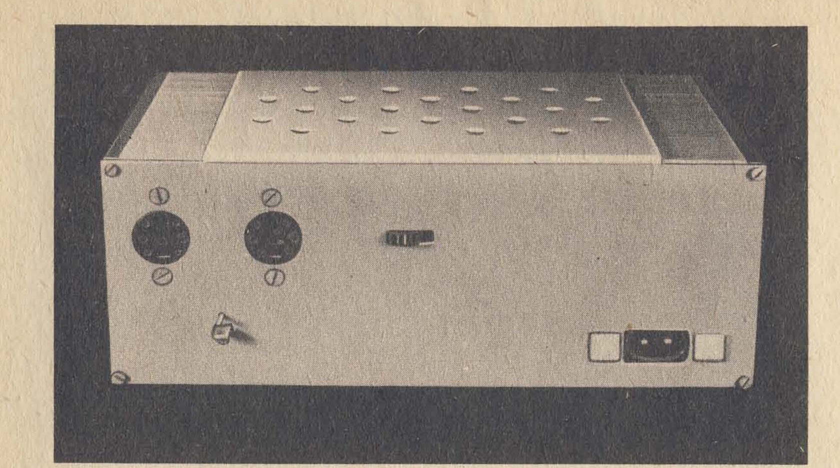


Bild 30
Ansichten des 7-Ton-Melodie-
generators





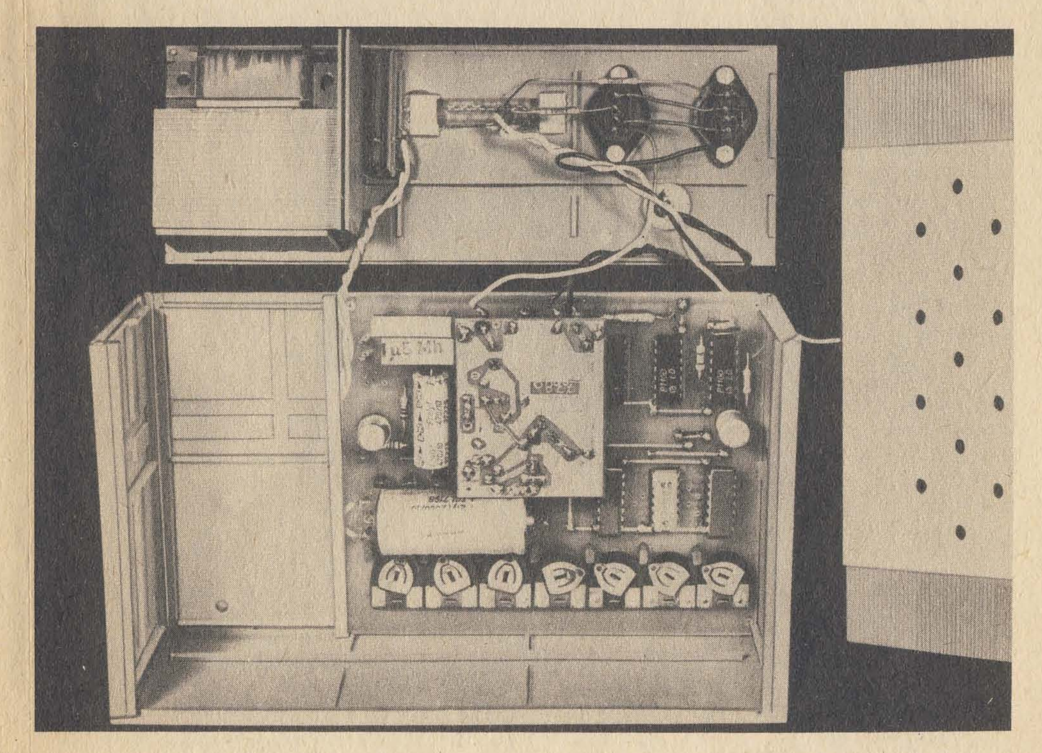


Bild 30
Ansichten des 7-Ton-Melodie-
generators